

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication : **2 824 114**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)  
(21) N° d'enregistrement national : **02 05078**

(51) Int Cl<sup>7</sup> : F 02 P 19/02, G 01 L 23/22, H 01 T 13/40, F 02 B 77/  
08

(12) **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

(22) Date de dépôt : 23.04.02.  
(30) Priorité : 26.04.01 JP 01130122.

(43) Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 31.10.02 Bulletin 02/44.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été  
établi à la date de publication de la demande.*

(60) Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

(71) Demandeur(s) : *DENSO CORPORATION — JP.*

(72) Inventeur(s) : MURAI HIROYUKI.

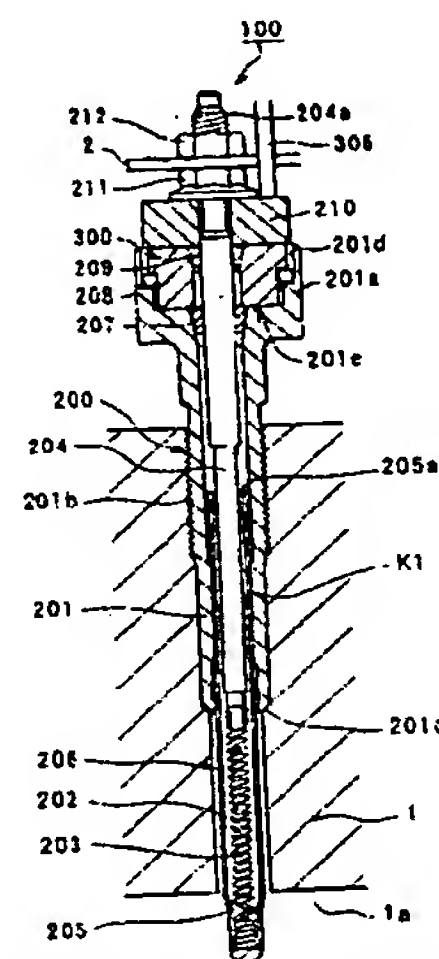
(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : CABINET PLASSERAUD.

(54) **BOUGIE D'ALLUMAGE CONTENANT UN CAPTEUR DE LA PRESSION DE COMBUSTION.**

(57) La bougie d'allumage (100) comprend un capteur  
(300) de la pression de combustion incluant un boîtier (200),  
dans lequel est disposé un élément en forme de tube (202),  
le capteur (300) étant disposé dans un réceptacle (201e)  
formé dans une extrémité du boîtier (201), dont la surface  
intérieure est fixée à la surface extérieure de l'élément (202)  
au voisinage d'une extrémité du boîtier exposé aux gaz de  
combustion, la bougie (100) pouvant maintenir le boîtier  
(200) étanche à l'air et empêchant ainsi la pénétration des  
gaz de combustion dans le boîtier.

Application aux moteurs à combustion interne.



FR 2 824 114 - A1



BOUGIE D'ALLUMAGE CONTENANT UN CAPTEUR DE LA PRESSION DE  
COMBUSTION

5                   La présente invention a trait à des bougies  
d'allumage contenant un capteur de la pression de combus-  
tion et qui sont utilisées en tant que dispositifs d'assis-  
tance facilitant le démarrage de moteurs à combustion  
interne, comme par exemple des moteurs diesel.

10                   D'une manière générale, un exemple de ce type de  
bougie d'allumage possédant un capteur de la pression de  
combustion est une bougie d'allumage équipée d'un détecteur  
d'allumage, du type décrit dans la demande de modèle  
d'utilité japonais publiée sous le N° Hei 4-57056. La bou-  
15                   gie d'allumage inclut un boîtier cylindrique qui permet de  
monter la bougie d'allumage dans un moteur à combustion  
interne, un élément chauffant qui produit de la chaleur  
lors de l'application d'un courant électrique, une gaine  
(ou un élément en forme de tube) qui loge l'élément chauf-  
20                   fant et une électrode centrale en forme de tige servant à  
appliquer un courant à l'élément chauffant. La gaine et  
l'électrode centrale sont retenues dans le boîtier. De même  
un élément piézoélectrique (c'est-à-dire un capteur de la  
pression de combustion) est retenu dans le boîtier pour  
25                   produire des signaux électriques lorsqu'une charge (pres-  
sion) est appliquée à la gaine le long de l'axe de la bou-  
gie.

                  Cette bougie d'allumage inclut également une  
bague torique disposée entre la gaine et le boîtier. Lors-  
30                   qu'une pression s'établit dans la chambre de combustion et  
qu'une charge axiale est appliquée à la gaine, la bague  
torique permet à la gaine de glisser par rapport au  
boîtier. Ce déplacement de la gaine applique une charge à  
l'élément piézoélectrique, qui à son tour produit des  
35                   signaux électriques. Cet agencement permet de détecter

l'instant d'allumage du moteur à combustion interne.

Cependant dans une telle bougie d'allumage il se présente le risque que les gaz de combustion pénètrent dans le boîtier à partir de la chambre de combustion, étant  
5 donné que le maintien du boîtier étanche à l'air est obtenu uniquement au moyen de la bague torique, qui sert à permettre le déplacement de la gaine par rapport au boîtier. Si le flux des gaz de combustion venait à pénétrer dans le boîtier, il se poserait de nombreux problèmes de durabi-  
10 lité. Ce problème inclut un endommagement de l'élément piézoélectrique, provoqué par la température dans la chambre de combustion, une rupture de l'élément chauffant résultant de l'oxydation de l'élément et une fuite d'une charge électrique délivrée par l'élément piézoélectrique, provoquée  
15 par l'humidité.

En outre la bougie d'allumage dans un tel agencement, dans lequel l'élément piézoélectrique, un constituant principal du capteur de la pression de combustion, est repoussé contre l'extrémité arrière de la gaine et par  
20 conséquent est situé relativement profondément à l'intérieur du boîtier, dans une position éloignée de sa surface d'extrémité, requiert de prévoir deux éléments. Le premier est un trou, par lequel une ligne de sortie servant à transmettre des signaux à partir de l'élément piézoélec-  
25 trique peut être retirée de l'intérieur du boîtier et le second est formé d'éléments d'étanchéité associés de manière à fermer le trou de façon étanche. Cette exigence de ressortir la ligne de sortie du capteur de la pression de combustion accroît la complexité de la structure.

30 Compte tenu des problèmes mentionnés précédemment, un but de la présente invention est de garantir l'étanchéité à l'air du boîtier dans des bougies d'allumage équipées d'un capteur de pression, tout en recherchant une construction simple pour faire ressortir la ligne de sortie  
35 du capteur de la pression de combustion.

C'est pourquoi, conformément à un aspect de la présente invention, il est prévu une bougie d'allumage possédant un capteur de la pression de combustion, caractérisée en ce qu'elle comprend :

- 5 un boîtier cylindrique possédant une première extrémité et une seconde extrémité, le boîtier étant monté dans un moteur à combustion interne avec sa première extrémité positionnée dans une chambre de combustion du moteur,
- 10 un élément en forme de tube possédant des première et seconde extrémités, l'élément en forme de tube étant retenu à l'intérieur du boîtier par sa première extrémité qui fait saillie à partir de la première extrémité du boîtier et pénétrant dans la chambre de combustion,
- 15 un élément chauffant servant à produire de la chaleur lors de l'application du courant, l'élément chauffant étant disposé à l'intérieur de l'élément en forme de tube,
- 20 un noyau métallique retenu à l'intérieur du boîtier par une partie qui fait saillie à partir de la seconde extrémité du boîtier, le noyau communiquant électriquement avec l'élément chauffant, et
- 25 un capteur de la pression de combustion servant à détecter la pression de combustion, le capteur de la pression de combustion détectant une pression de combustion en détectant une force agissant sur l'élément en forme de tube et transmise par l'intermédiaire du noyau lorsque la pression de combustion s'établit dans le moteur, et
- 30 qu'une surface intérieure du boîtier est fixée à une surface extérieure de l'élément en forme de tube au voisinage de la première extrémité du boîtier en ne laissant subsister essentiellement aucun interstice entre le boîtier et l'élément en forme de tube, et
- 35 qu'un réceptacle est défini entre une partie de la surface intérieure du boîtier au voisinage de sa seconde extrémité, et une surface extérieure du noyau, et qu'au

moins une partie du capteur de la pression de combustion est logée dans le réceptacle.

Cet agencement garantit l'étanchéité à l'air du boîtier vis-à-vis des gaz de combustion, étant donné que la surface intérieure du boîtier est fixée à la surface extérieure de l'élément en forme de tube au voisinage de la première extrémité du boîtier, qui est exposé aux gaz de combustion. Ceci ne laisse subsister essentiellement aucun interstice entre les deux composants. En outre, l'élasticité du boîtier permet de décaler légèrement l'élément en forme de tube même si le boîtier et l'élément en forme de tube sont fixés entre eux. C'est pourquoi, lors de l'application de la pression de combustion, la variation de la force agissant sur l'élément en forme de tube est transmise au capteur de la pression de combustion, ce qui permet la détection de la pression de combustion de la même manière que dans des bougies classiques.

Cette construction permet également de faire ressortir la ligne de sortie du capteur de la pression de combustion directement hors de l'ouverture de la seconde extrémité du boîtier. C'est pourquoi le capteur de la pression de combustion est logé dans le réceptacle défini entre la surface intérieure du boîtier, adjacente de la seconde extrémité du boîtier et la surface extérieure du noyau. Ceci permet de positionner le capteur de la pression de combustion au voisinage de la surface d'extrémité du boîtier sur la seconde extrémité de ce dernier. Par conséquent il n'est pas nécessaire de prévoir une structure élaborée pour faire ressortir la structure hors du boîtier.

Par conséquent, non seulement la bougie d'allumage selon la présente invention possédant un capteur de la pression de combustion garantit l'étanchéité à l'air du boîtier, mais également elle fournit une construction simple comportant un trajet de retrait aisé pour le capteur de la pression de combustion.



Dans la bougie d'allumage, au moins une partie du capteur de la pression de combustion est reçue dans le réceptacle défini entre la surface intérieure du boîtier voisine de la seconde extrémité du boîtier et la surface  
5 extérieure du noyau. Il en résulte que la longueur de la bougie d'allumage considérée le long de l'axe de la bougie est réduite d'une quantité correspondant à la hauteur du capteur de pression par rapport à la bougie d'allumage sans le réceptacle pour recevoir le capteur de pression (c'est-  
10 à-dire la bougie d'allumage avec le capteur de pression disposé à l'extérieur du boîtier). La bougie d'allumage d'une longueur réduite est avantageuse en ce que la longueur du trajet, sur lequel la pression de combustion doit être transmise, est également réduite, de sorte que le rendement de la transmission de la pression de combustion est  
15 accrue, de même que la sensibilité du capteur de pression.

De préférence, le boîtier comporte une partie hexagonale formée sur la surface extérieure du boîtier, au voisinage de la seconde extrémité du boîtier, et le réceptacle est formé à l'intérieur de la partie hexagonale.  
20

La partie hexagonale est utilisée lorsque la bougie d'allumage est fixée, par exemple par vissage au moteur à combustion interne. L'agencement indiqué précédemment permet l'utilisation efficace de l'espace occupé par la  
25 partie hexagonale par formation d'un réceptacle à l'intérieur de la partie hexagonale.

De préférence la bougie d'allumage possédant un capteur de la pression de combustion comprend en outre :

un écrou fixé au noyau, et  
30 un manchon isolant disposé entre l'écrou et le capteur de la pression de combustion, et  
le capteur de la pression de combustion est retenu en position par le manchon isolant entre le boîtier et l'écrou.

35 La bougie d'allumage décrite dans la publication

mentionnée précédemment utilise un ressort pour supporter le capteur de la pression de combustion et par conséquent est susceptible d'être le siège de vibrations étant donné que le capteur de la pression de combustion peut être aisément déplacé le long de l'axe de la bougie. Il en résulte que des signaux électriques dus à des vibrations sont ajoutés aux signaux de sortie en tant que bruit, ce qui réduit la précision de détection de la pression de combustion (faible rapport signal/bruit).

5  
10 Au contraire dans la bougie d'allumage selon la présente invention, le capteur de la pression de combustion est fixé sans l'utilisation d'un ressort et par conséquent le capteur de la pression de combustion est moins sensible à des vibrations le long de l'axe de la bougie, les signaux électriques résultant d'une vibration ou signaux parasites sont réduits. Ceci permet la détection précise de la pression de combustion (un rapport signal/bruit élevé est obtenu). Cet agencement facilite également des réparations du capteur de pression.

15  
20 Pour fixer la surface intérieure du boîtier à la surface extérieure du boîtier vis-à-vis de la surface extérieure de l'élément formant tube au voisinage de la première extrémité du boîtier de manière qu'essentiellement aucun interstice ne soit formé entre ces deux composants, l'élément en forme de tube peut être emmanché à force dans le boîtier, ou bien une partie de la surface intérieure du boîtier peut être soudée à la surface extérieure de l'élément en forme de tube au voisinage de la première extrémité du boîtier.

25  
30 Selon une autre caractéristique de l'invention, la surface intérieure du boîtier est soudée à la surface extérieure de l'élément en forme de tube en ne laissant subsister essentiellement aucun interstice entre le boîtier et l'élément en forme de tube.

35 Selon une autre caractéristique de l'invention,

le capteur de la pression de combustion comprend un élément de détection qui est logé dans le réceptacle.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le capteur de la pression de combustion comporte en outre  
5 un boîtier qui retient l'élément de détection, et au moins une partie du boîtier est logée dans le réceptacle.

Selon une autre caractéristique de l'invention, l'ensemble du boîtier est logé dans le réceptacle.

10 Selon une autre caractéristique de l'invention, le boîtier est complètement logé entièrement dans le réceptacle dans une direction axiale.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le boîtier est fixé sur la surface intérieure du réceptacle.  
15

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description donnée ci-après prise en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

20 - la figure 1 est une vue en coupe transversale représentant l'agencement d'ensemble d'une bougie d'allumage comportant un capteur de pression conformément à une forme de réalisation de la présente invention;

- la figure 2 est une vue en coupe transversale à  
25 plus grande échelle du capteur de pression représenté sur la figure 1;

- la figure 3 est une vue en coupe transversale partielle représentant schématiquement un trajet le long duquel la pression de combustion est transmise;

30 - la figure 4A est un diagramme représentant un exemple d'une forme d'onde de la pression de combustion détectée conformément à la présente invention;

- la figure 4B est un diagramme illustrant un exemple d'une forme d'onde d'une pression de combustion  
35 détectée conformément à la présente invention;



- la figure 5 est une vue en coupe transversale d'une bougie d'allumage, qui est une variante d'une forme de réalisation de la présente invention;

5       - la figure 6 est une vue en coupe transversale représentant une variante d'un agencement du capteur de pression d'une forme de réalisation de la présente invention;

10       - la figure 7 est une vue en coupe transversale d'une première variante de la manière dont le capteur de pression est fixé conformément à une forme de réalisation de la présente invention;

15       - la figure 8 est une vue en coupe transversale d'une seconde variante de la manière dont le capteur de pression est fixé selon une forme de réalisation de la présente invention;

20       - la figure 9 est une vue en coupe transversale d'une troisième variante de la manière avec laquelle le capteur de pression est fixé conformément à une forme de réalisation de la présente invention;

25       - la figure 10 est une vue en coupe transversale d'une quatrième variante de la manière dont le capteur de pression est fixé conformément à une forme de réalisation de la présente invention;

30       - la figure 11 est une vue en coupe transversale d'une cinquième variante de la manière dont le capteur de pression est fixé conformément à une forme de réalisation de la présente invention;

35       - la figure 12 est une vue en coupe transversale d'une quatrième variante d'un agencement du capteur de pression selon une forme de réalisation de la présente invention;

      - la figure 13 est une vue en coupe transversale d'une seconde variante d'un agencement du capteur de pression selon une forme de réalisation de la présente invention; et

- la figure 14 est une vue en coupe transversale d'une sixième variante de la manière dont le capteur de pression est fixé conformément à une forme de réalisation de la présente invention.

5 On va décrire des formes de réalisation de la présente invention en référence aux dessins annexés. Sur la figure 1, on a représenté, sous la forme d'une coupe transversale longitudinale, une bougie d'allumage 100 possédant un capteur de la pression de combustion conformément à une  
10 forme de réalisation de la présente invention. La bougie d'allumage 100 est représentée comme étant montée sur une culasse 1 (c'est-à-dire un support) d'un moteur diesel (c'est-à-dire un moteur à combustion interne).

En résumé, la bougie d'allumage 100 est constituée par un corps de bougie 200, qui inclut un élément chauffant et sert de support pour véhiculer la pression de combustion, et un capteur de pression 300 (désigné comme étant également un capteur de la pression de combustion dans cette demande), qui sert de moyen pour détecter la  
15 pression de combustion du moteur par conversion de l'intensité de la force qui agit sur le corps de bougie 200 lorsque la pression de combustion augmente, en des signaux électriques sur la base des caractéristiques piézoélectriques d'un élément piézoélectrique.  
20

25 Le corps de bougie 200 inclut : un boîtier cylindrique métallique 201, qui est monté sur la culasse 1 du moteur de telle sorte qu'une extrémité de ce boîtier (extrémité inférieure sur la figure 1) est positionnée dans une chambre de combustion 1a et l'autre extrémité du boîtier (extrémité supérieure sur la figure 1) est positionnée  
30 à l'extérieur de la culasse 1 du moteur; un tube formant gaine cylindrique 202 (également désigné sous l'expression élément en forme de tube dans cette demande), dont une extrémité s'étend hors de l'extrémité correspondante du  
35 boîtier 200 et dont l'autre extrémité est retenue à

l'intérieur du boîtier 201; une bobine d'allumage 203 (désignée également sous l'expression élément chauffant dans cette demande), qui est retenue à l'intérieur du tube formant gaine 202 au voisinage d'une extrémité du tube formant gaine 202 et sert à produire de la chaleur lors de l'application d'un courant électrique; un noyau en forme de tige métallique 204 (élément d'électrode ou électrode en forme de tige), dont une extrémité communique électriquement avec la bobine de chauffage 203 et dont l'autre extrémité est maintenue en place, dans le boîtier 201 de sorte qu'elle s'étend hors de l'extrémité correspondante du boîtier 201.

La culasse 1 du moteur comporte un trou taraudé (c'est-à-dire un trou de bougie) qui s'étend depuis la surface extérieure de la culasse 1 du moteur à travers la chambre de combustion 1a, à l'intérieur de la culasse 1 du moteur. Le corps de bougie 200 est inséré dans le trou taraudé le long de l'axe longitudinal de la bougie.

Le boîtier 201 comporte un profil étagé, l'une de ses extrémités situées du côté de la chambre de combustion 1a possède un diamètre relativement faible, tandis que son autre extrémité possède un diamètre relativement important. Le boîtier 201 possède une partie filetée 201b formée sur sa surface extérieure, essentiellement au milieu de la partie de faible diamètre comme cela est visible le long de l'axe de la bougie. Le boîtier 201 possède également une partie hexagonale 201a formée sur la surface extérieure de la partie de grand diamètre de manière à retenir vissée la bougie d'allumage 100 dans la culasse 1 du moteur. Le corps de bougie 200 est vissé dans la culasse 1 du moteur au moyen de l'engrènement de la partie filetée 201b avec le trou taraudé.

Sur une extrémité du boîtier 201 est formée une surface de siège de forme rétrécie 201c qui vient en contact intime avec une surface de siège correspondante du

trou taraudé formé dans la culasse 1 du moteur pour empêcher la fuite de gaz à partir de la chambre de combustion 1a. La partie hexagonale 201a du boîtier 201 peut être en partie chanfreinée de manière à former une surface circon-

5 férentielle unie autour du boîtier 201 et réduire par conséquent le diamètre du boîtier 201 de telle sorte que le boîtier 201 peut mieux s'adapter à un espace pour le montage du moteur (non représenté).

Le tube formant gaine 202 peut être formé de

10 matériaux tels que des alliages résistant à la chaleur et résistant à la corrosion (par exemple de l'acier inoxydable SUS-310). L'extrémité inférieure, telle qu'elle est vue sur la figure 1 du tube formant gaine 202 qui fait saillie à partir de l'extrémité correspondante du boîtier 201, est

15 agencée sous la forme d'une extrémité aveugle, tandis que l'autre extrémité du tube formant gaine 202, qui est disposée dans le boîtier 201, est agencée sous la forme d'une extrémité ouverte. La bobine chauffante 203 est un fil résistif formé de matériaux tels que Ni-Cr et Co-Fe et est

20 disposée à l'intérieur du tube formant gaine 202 au voisinage de l'extrémité aveugle du tube formant gaine 202. L'extrémité supérieure (lorsqu'on regarde la figure 2) du tube formant gaine 202 loge l'extrémité inférieure du noyau 204. L'extrémité inférieure (vue sur la figure 2) de la

25 bobine de chauffage 203 est connectée à l'extrémité inférieure du tube formant gaine inférieure 202, tandis que l'extrémité supérieure de la bobine de chauffage 203 est raccordée à l'extrémité inférieure du noyau 204 inséré dans le tube formant gaine 202.

30 Un espace est défini entre le tube formant gaine 202 et la bobine de chauffage 203 et entre le tube formant gaine 202 et le noyau 204 et est rempli par une poudre isolante 205 résistante à la chaleur, comme par exemple de l'oxyde de magnésium. Le tube formant gaine 202 est estampé

35 de manière que son diamètre soit réduit afin que la poudre

isolante 205 remplissant l'espace soit compactée (la densité accrue de la poudre isolante 205 améliore le rendement de conduction de chaleur) et le noyau 204 et la bobine chauffante 203 sont par conséquent retenus fermement en position dans le tube formant gaine 202 par la poudre isolante compactée 205.

La partie du tube formant gaine 202, qui loge la bobine de chauffage 203, forme, conjointement avec la bobine de chauffage 203 et la poudre isolante 205, un élément chauffant 206. L'élément chauffant 206 est maintenu en position à l'intérieur de l'extrémité inférieure (vue sur la figure 1) du boîtier 201 de sorte que l'extrémité inférieure de l'élément chauffant 206 pénètre dans la chambre de combustion 1a.

L'élément chauffant (ou la surface extérieure du tube formant gaine 202) est réuni à la surface intérieure du boîtier 201 par emmanchement à force ou brasage dur comme par exemple brasage à l'argent. Il en résulte que la région K1 est formée au voisinage de l'extrémité inférieure (telle qu'elle est vue sur la figure 3) du boîtier 201, dans lequel la surface intérieure du boîtier 201 est fixée à la surface extérieure du tube formant gaine 202. Ceci ne laisse essentiellement aucun interstice entre les deux composants, sur l'ensemble de la circonférence du tube formant gaine 202. La région K1 sert à empêcher que les gaz de combustion ne pénètrent dans le boîtier 201 à partir de la chambre de combustion 1a.

La région K1 peut faire partie de l'ensemble de l'interface, dans laquelle la surface intérieure du boîtier 201 est maintenue en contact avec la surface extérieure du tube formant gaine 202 tant qu'il s'étend sur l'ensemble de la circonférence de la bougie. Un élément d'étanchéité 205a est disposé entre la partie du tube formant gaine 202 voisine de son extrémité ouverte et le noyau 204 de manière à empêcher que la poudre isolante 205 ne sorte pendant le



processus de matage.

Une bague cylindrique 207 formée de caoutchouc silicone, de caoutchouc fluoré, de EPDM, de NBR, de H-NBR ou analogue, est inséré à partir de l'extrémité supérieure (lorsqu'on regarde sur la figure 1) du noyau 204 et est disposé autour du noyau 204 à l'intérieur de la partie supérieure (telle qu'elle est visible sur la figure 1) du boîtier 201. L'anneau cylindrique 207 est prévu pour le centrage du noyau 204, ce qui réduit la vibration du noyau 204 et maintient le boîtier 201 étanche à l'eau et à l'air. De préférence, la partie du boîtier 201 qui vient en contact avec la bague cylindrique 207 et possède une forme rétrécie de manière à établir un contact intime avec l'anneau cylindrique 207 et de ce fait améliorer la réduction des vibrations, l'étanchéité à l'eau et l'étanchéité à l'air.

Un manchon isolant annulaire 210, qui est formé d'un matériau isolant constitué d'une résine (par exemple une résine phénolique et du PPS) ou un matériau céramique isolant (par exemple de l'alumine) est disposé autour de la partie supérieure (vue sur la figure 1) du noyau 204. A l'intérieur de la partie hexagonale 201a du boîtier 201 est disposé un renforcement étagé 201d qui possède un diamètre relativement important. Un réceptacle 201e est défini par le grand renforcement étagé 201d et la surface extérieure du noyau 204.

Avec un capteur annulaire de pression 300 (décrit plus loin de façon détaillée) logé dans le réceptacle 201e et le manchon isolant 210 disposé autour du noyau 204, un écrou 11 est appliqué de façon étanche sur un filetage terminal 204a formé sur l'extrémité supérieure (vue sur la figure 1) du noyau 204 de manière à retenir ainsi le capteur de pression 300 en position entre le manchon isolant 210 et le boîtier 201.

Une bague torique 208 est disposée entre la sur-

face intérieure du grand renfoncement 201d du boîtier 201 et la surface extérieure du capteur de pression 300, et une bague cylindrique 209 est disposée entre la surface intérieure du capteur de pression 300 et la surface extérieure  
5 du noyau 204. La bague torique 208 et la bague cylindrique 209 sont formées de matériaux tels que du caoutchouc siliciné, du caoutchouc fluoré, du EPDM, du NBR et du H-NBR.

Le rôle de la bague torique 208 est de maintenir le boîtier 201 étanche à l'eau et à l'air, tandis que la  
10 bague cylindrique 209 a pour but de réduire la vibration du noyau 204 et de maintenir le boîtier étanche à l'air et à l'eau. De préférence la partie du capteur 300 qui vient en contact avec la bague cylindrique 209 est rétrécie de manière à établir un contact intime avec la bague cylin-  
15 drique 209, et améliore en outre ainsi la propriété de réduction des vibrations, l'étanchéité à l'eau et l'étanchéité à l'air.

Le capteur de pression 300 est isolé électriquement vis-à-vis de l'écrou 211 par le manchon isolant 210 et  
20 vis-à-vis du noyau 204 par la bague cylindrique 209.

Une barre de liaison 2 est fixée au filetage terminal 204a formé sur l'extrémité supérieure (vue sur la figure 1) du noyau 204 au moyen d'un écrou terminal 212. La barre de liaison 2 raccorde électriquement la bougie  
25 d'allumage 100 à des bougies d'allumage placées dans d'autres cylindres. La barre de liaison 2 est connectée à une source d'alimentation (non représentée) et est connectée à la masse à la culasse 1 du moteur au moyen du noyau 204, de la bobine chauffante 203, du tube formant gaine 202 et du  
30 boîtier 201. De cette manière, l'élément chauffant 206 de la bougie d'allumage 100 peut dégager de la chaleur pour faciliter l'inflammation du carburant et par conséquent faire démarrer le moteur diesel.

La barre de liaison 2 peut être un fil conducteur  
35 flexible (câblage destiné à être utilisé dans des automo-

biles) afin de permettre de petits déplacements du tube formant gaine 202.

Comme cela a été décrit précédemment, dans les bougies d'allumage classiques (telles que celles décrites dans le modèle d'utilité japonais mis à l'inspection publique, N° de publication Hei 4-57056), le capteur de pression est repoussé contre l'extrémité arrière de la gaine et par conséquent est placé relativement profondément à l'intérieur du boîtier, dans une position éloignée de la surface d'extrémité du boîtier. Cependant, dans la présente forme de réalisation, le capteur de pression 300 est disposé dans le réceptacle 201e formé dans l'extrémité supérieure (vue sur la figure 1) du boîtier 201, et le manchon isolant 210 est intercalé entre le boîtier 201 et l'écrou 211 de manière à maintenir en position le capteur de pression 300. Ci-après, on va décrire de façon détaillée le capteur de pression 300 en référence à la figure 2, qui représente une coupe transversale à plus grande échelle du capteur de pression 100 représenté sur la figure 1.

Dans le capteur de pression 300, un corps céramique piézoélectrique polaire annulaire 302, formé de titanate de plomb ou de titanate-zirconate de plomb, est disposé de chaque côté d'une électrode annulaire 301. Les deux corps céramiques 302 sont connectés électriquement en parallèle entre eux. L'électrode 301 et les corps céramiques piézoélectriques 302 sont logés et protégés dans un espace défini par un boîtier métallique 303 et une base 304, dont chacun possède une forme essentiellement annulaire.

Le boîtier métallique 303 possède un trou traversant qui traverse une partie bridée 303a du boîtier métallique 303, le long de l'axe de la bougie. Une extrémité d'un tube de protection 303b est insérée dans le tube de protection 303b et y est réunie par soudage, brasage ou analogue. L'autre extrémité du tube de protection 303b est

placée dans un trou traversant similaire 210a, qui s'étend à travers le manchon isolant 210 le long de l'axe de la bougie.

Un fil blindé 305 destiné à être utilisé en tant que ligne de sortie pour véhiculer des signaux à partir du capteur de pression 300 est inséré dans et est supporté par le tube 303b. Un noyau de fil 305a du fil blindé 305, qui pénètre dans le boîtier métallique 303, est soudé à l'électrode 301. Un blindage 305b pour le fil, qui est isolé du noyau 305a du fil, est raccordé au tube de protection 303b par matage et par conséquent est connecté électriquement au boîtier métallique 303, qui sert également de fil de masse pour le corps de bougie.

La connexion des deux corps céramiques piézoélectriques 302 en parallèle est prévue de manière à accroître la sensibilité au signal de sortie (doublement) et améliorer le rapport signal/bruit du signal de sortie, bien que seul un corps céramique piézoélectrique puisse être utilisé pour détecter le signal. Dans ce dernier cas, un élément isolant (par exemple un matériau formé d'une résine telle qu'un fil de polyimide et du phénol, ou un matériau céramique tel que du mica et de l'alumine intégré) peut être disposé sur l'un des deux côtés de l'électrode 301. Le boîtier métallique 303 est formé d'une feuille métallique qui possède une épaisseur de 0,5  $\mu\text{m}$  ou moins, de sorte qu'il possède une rigidité réduite, en particulier sur sa partie circonférentielle. De cette manière, de faibles déplacements des corps céramiques piézoélectriques 302, qui se produisent lorsque la pression de combustion s'établit, peuvent être transmis de façon fiable.

Le capteur de pression 300 est assemblé comme suit. Tout d'abord, on forme concentriquement au niveau du fond (lorsqu'on regarde la figure 2) du boîtier métallique 303, une grande partie cylindrique 303c et une petite partie cylindrique 303d. Puis on chauffe un tube isolant en

silicone thermorétractable 306 et on l'ajuste étroitement autour de la petite partie cylindrique 303d. Ensuite on monte séquentiellement l'un des corps céramiques piézoélectriques 302, l'électrode 301, puis on monte séquentielle-  
5 ment l'autre des corps céramiques piézoélectriques 302, autour de la petite partie cylindrique 303d. Le tube isolant 306 sert à empêcher un court-circuit entre les corps céramiques piézoélectriques 302 ou une électrode 301 et le boîtier métallique 303. Lors de l'achèvement de  
10 l'assemblage, on raccorde le noyau 305a du fil blindé 305 à l'électrode 301 placée dans le boîtier métallique 303 au moyen d'un soudage par résistance, d'un soudage par laser ou analogue.

Puis on monte la base 304 dans le boîtier métallique 303. Ensuite, en repoussant le boîtier métallique 303  
15 et la base 304 l'un vers l'autre, on soude la surface conférentielle extérieure de la base 304 sur la grande partie cylindrique 303c du boîtier métallique 303 au moyen d'un soudage par laser YAG (grenat d'yttrium et  
20 d'aluminium) (les soudures sont indiquées par Y1 sur la figure 2). De cette manière, on assemble le capteur de pression avec tous ses composants en contact intime les uns avec les autres.

En matant la jonction du fil blindé 305 et du  
25 tube de protection 303b incluant le blindage 305b du fil, on établit une liaison électrique entre le blindage 305b du fil et le boîtier métallique 303, de même que la fixation du fil blindé 305 et un contact intime entre le fil blindé 305 et le tube de protection 303b. Il en résulte que le  
30 boîtier métallique 303, la base 304 et le blindage 305b du fil possèdent le même potentiel électrique. L'intégration du capteur de pression 300 dans le corps de bougie 200 permet de raccorder ces composants à la masse formée par la culasse 1 du moteur. Il en résulte que l'on obtient un cap-  
35 teur de pression, qui est parfaitement hermétique et est



parfaitement protégé électriquement.

Ci-après on va donner la description d'un processus d'assemblage de la bougie d'allumage 100 comportant un capteur de la pression de combustion conformément à la présente invention, en référence aux figures 1 et 2. Tout d'abord, on prépare l'élément chauffant 206 avec le noyau intégré 204 et on prépare le boîtier plaqué 201. Le tube formant gaine 202 de l'élément chauffant 206 possède un diamètre extérieur légèrement supérieur au diamètre intérieur du boîtier 201. La différence entre les diamètres est comprise par exemple entre 60 et 140  $\mu\text{m}$ .

On emmanche à force le tube formant gaine 202 de l'élément chauffant 206 dans le boîtier 201. La résilience du boîtier 201 et du tube formant gaine 202 sert à fixer hermétiquement ces éléments l'un à l'autre. De cette manière le boîtier 201, le noyau 204 et l'élément chauffant 206 sont intégrés entre eux. Sinon, on peut intégrer le boîtier 201 à l'élément chauffant 206 en les soudant complètement entre eux, en utilisant par exemple un soudage à l'argent. Ceci garantit l'étanchéité à l'air du boîtier 201.

Ensuite, on monte la bague cylindrique 207 autour du noyau 204 à partir de l'extrémité du noyau 204 qui possède le filetage terminal 204a. Ensuite on insère le capteur de pression 300 dans le réceptacle 201e en plaçant la bague torique 208 autour de la partie cylindrique de grande taille 303c. On monte la bague cylindrique 209 autour du noyau 204 à partir de l'extrémité supérieure de ce dernier, comme cela est visible sur la figure 1, et on le maintient en place. En outre, on monte une bague torique 309 autour du fil blindé 305 connecté au capteur de pression 300 à partir de l'extrémité supérieure (comme cela est visible sur la figure 1) du fil blindé 305 et on le maintient en place. A ce stade, on monte le manchon isolant 210 autour du noyau 204 à partir de l'extrémité supérieure de ce der-

nier (comme cela est visible sur la figure 1) et on tire vers l'extérieur le fil blindé 305 à travers le perçage traversant 210a du manchon isolant 210. La bague torique 309 est formée de matériaux tels que du caoutchouc silicone, du caoutchouc fluoré, du EPDM, du NBR et H-NBR et analogue et est comprimé et inséré dans le trou traversant 210a de sorte qu'il est maintenu élastiquement en contact avec la surface extérieure du fil blindé 305, et la surface d'extrémité du tube de protection 320b et la partie inférieure du trou traversant 210a. De cette manière la bague torique 309 peut servir à garantir aussi bien l'étanchéité à l'eau que l'étanchéité à l'air.

Puis on fixe l'écrou 211 sur le filetage terminal 204a de manière à retenir le capteur de pression 300 en position dans le réceptacle 201e. Pour empêcher que l'écrou 200 se desserre sous l'effet de vibrations, une partie de la surface hexagonale de l'écrou 211 qui peut être déformée par matage à la suite de la fixation de l'écrou 211, ou bien on peut appliquer un agent de blocage de vis aux surfaces d'engrènement (filetages) avant de fixer l'écrou 211. Enfin, on monte le boîtier 201 sur la culasse 1 du moteur, avec la barre de liaison 2 fixée sur le filetage terminal 204a à la partie supérieure de l'écrou 211 à l'aide de l'écrou terminal 212. Ceci achève la construction illustrée sur la figure 1.

On va maintenant décrire en référence aux figures 1 à 3 le mécanisme au moyen duquel la bougie d'allumage 100 d'une forme de réalisation de la présente invention détecte la pression de combustion. La figure 3 est une vue explicative (coupe transversale partielle) qui comprend un modèle simplifié de manière à illustrer les trajets le long desquels la présente combustion est transmise. Comme cela est représenté sur la figure 1, le capteur de pression 300 est fixé au corps de bougie 200 au moyen de l'écrou 211. La bougie à incandescence 100 est montée sur la tête 1 du

moteur avec une précontrainte comprise entre 50 et 100 kg appliquée aux corps céramiques piézoélectriques 302 dans le capteur de pression 300.

Lorsque le moteur démarre, une tension est appliquée au moyen de la barre de liaison 2, et un courant électrique circule dans le noyau 204, la bobine chauffante 203, le tube formant gaine 202, le boîtier 201 et la partie filetée 201b, et est mis à la masse au niveau de la culasse 1 du moteur. Il en résulte que l'élément chauffant 206 de la bougie d'allumage 100 produit de la chaleur qui de ce fait facilite l'inflammation du carburant pour faire démarrer. Une fois que le moteur a démarré, la pression de combustion, qui s'établit dans le moteur, est transmise le long des deux trajets différents R1 et R2 indiqués par des lignes en traits gras sur la figure 3 et agit sur le capteur de pression 300.

Une partie de la pression de combustion appliquée à l'élément chauffant 206 est transmise le long du premier trajet R1, traverse le boîtier 201 réuni à l'élément chauffant 206 jusqu'au capteur de pression 300. Le boîtier 201 situé dans le trajet R1 est strictement confiné par la culasse 1 du moteur dans la partie filetée 201b de sorte que la force transmise est fortement réduite au-dessus de la partie filetée 201b. Il en résulte que la région au voisinage du réceptacle 201b du boîtier 201, qui entoure le capteur de pression 300, est soumise à un très faible déplacement.

Le reste de la pression de combustion appliqué à l'élément chauffant 206 est transmis le long du second trajet R2 par l'intermédiaire de quatre composants, à savoir la poudre isolante 205 qui remplit l'élément chauffant 206, le noyau 204, l'écrou 211 et le manchon isolant 210, avant d'agir sur le capteur de pression 300. Aucun facteur gênant de déplacement des quatre composants n'est présent le long du trajet R2.

En dépit de la présence de la région K1, dans laquelle le boîtier 201 est fixé au tube formant gaine 202, l'élasticité du boîtier 201 permet de déplacer le tube formant gaine 202 le long de l'axe de la broche (c'est-à-dire la direction verticale sur la figure 3). C'est pourquoi, lorsque la pression de combustion est appliquée à l'élément chauffant R2 le long du second trajet R2, le tube formant gaine 202 et le noyau 204 sont déplacés d'un seul tenant le long de l'axe de la bougie d'allumage.

Par conséquent on obtient une différence importante entre le déplacement de la région au voisinage du réceptacle 201e du boîtier 201, qui se produit le long du trajet R1, et le déplacement du noyau 204 qui se produit le long du trajet R2 (c'est-à-dire que le déplacement le long du trajet R2 est nettement plus long que le long du trajet R1). Cette différence de déplacement sert à réduire la précontrainte appliquée au capteur de pression 300 par l'intermédiaire de l'écrou 211.

C'est pourquoi, la charge appliquée aux corps céramiques piézoélectriques 302 dans le capteur de pression 300 varie, ce qui à son tour conduit à une variation de la quantité de charge électrique que les corps céramiques piézoélectriques produisent en tant que signal électrique, sur la base de leurs caractéristiques piézoélectriques. Les signaux résultants sont délivrés lorsque le noyau 305a et le blindage 305b du fil blindé 305 par l'intermédiaire de l'électrode 300 représentée sur la figure 2 par l'intermédiaire du boîtier 201 utilisé comme fil de masse, la partie filetée 201b, le boîtier métallique 393, le tube de protection 303b et la base 304.

Grâce à l'envoi des signaux électriques à la fois à un amplificateur de charge (non représenté), qui convertit la sortie de charge produite en une tension, et à une unité de commande électrique (unité ECU, non représentée) montée dans le véhicule, la pression de combustion peut

être utilisée pour délivrer les signaux électriques pour la combustion du moteur. Jusqu'à présent, on a décrit le mécanisme au moyen duquel la bougie d'allumage 100 de la présente invention détecte la pression de combustion. Un  
5 exemple de la forme d'onde de la pression de combustion détectée conformément à la présente invention est représenté sur la figure 4.

Les figures 4A et 4B représentent chacune les résultats d'une détection de pression exécutée en utilisant  
10 la bougie d'allumage 100 telle que représentée sur la figure 1, le moteur fonctionnant à une vitesse de 1200 tr/mn sous une charge de 40 N. La figure 4A représente une comparaison entre la forme d'onde de sortie d'un indicateur de pression et celle du capteur de pression 300,  
15 tandis que la figure 4B est une courbe représentant la corrélation entre le signal de sortie du capteur de pression 300 de la bougie d'allumage 100 et celle de l'indicateur de pression. Sur le graphique représenté sur la figure 4B, l'axe horizontal représente le signal de sortie du capteur  
20 de pression 300 et l'axe vertical représente le signal de sortie de l'indicateur de pression.

Comme on peut le voir sur les figures 4A et 4B, le signal de sortie du capteur de pression 300 de la présente bougie d'allumage 100 possède essentiellement la même  
25 forme d'onde que le signal de sortie de l'indicateur de pression. De façon correspondante, la courbe de corrélation est essentiellement linéaire dans une gamme étendue de pressions incluant la pression de combustion minimale et la pression de combustion maximale. Ceci implique que la présente  
30 bougie d'allumage 100 puisse détecter de façon précise la variation de la charge appliquée au capteur de pression 300, qui se produit en réponse à la variation de pression dans le moteur.

Dans la présente forme de réalisation, la surface  
35 intérieure du boîtier 201 est fixée à la surface extérieure



du tube formant gaine 202 (c'est-à-dire l'élément en forme de tube) au voisinage d'une extrémité du boîtier 201 exposée aux gaz de combustion, au moyen de l'emmanchement sous pression ou du soudage, de sorte qu'essentiellement aucun  
5 interstice n'est formé entre les deux composants. Cet agencement garantit l'étanchéité à l'air du boîtier 201 et empêche les gaz de combustion de pénétrer dans le boîtier 201. Par conséquent la présente forme de réalisation non seulement supprime le risque que les gaz de combustion  
10 pénétrant dans le boîtier 201 à partir de la chambre de combustion la, mais empêche également un endommagement du capteur de pression 300 provoqué par l'exposition aux gaz de combustion et une rupture de la bobine chauffante 203. Il en résulte que l'on peut obtenir une bougie d'allumage  
15 équipée d'un capteur de pression, d'une grande durabilité.

Dans la présente forme de réalisation, le capteur de pression 300 est prévu dans le réceptacle 201e formé sur une extrémité du boîtier 201 de sorte que le capteur de pression 300 est positionné à proximité de l'extrémité du  
20 boîtier 201. Contrairement à des bougies d'allumage classiques, cet agencement permet de faire ressortir le fil blindé 305 directement hors de l'ouverture du boîtier 201 sur cette extrémité du boîtier 201, ce qui supprime la nécessité de former une structure élaborée pour faire sortir le fil sur le boîtier 201. C'est pourquoi, non seule-  
25 ment la présente forme de réalisation permet d'obtenir une étanchéité à l'air du boîtier, mais elle fournit également une configuration simple pour faire ressortir le câblage du capteur de la pression de combustion.

30 Dans la présente forme de réalisation, le capteur de pression 300 est positionné dans le réceptacle 201e. Il en résulte que la longueur de la bougie d'allumage 100 le long de son axe est réduite d'une valeur correspondant à la hauteur du capteur de pression 300, par rapport à la bougie  
35 d'allumage ne comportant pas de réceptacle 201e pour rece-

voir le capteur de pression 300 (c'est-à-dire la bougie d'allumage, dans laquelle le capteur de pression est disposé à l'extérieur du boîtier 201).

La bougie d'allumage 100 plus courte est avantageuse étant donné que la longueur du trajet, le long duquel la pression de combustion doit être transmise, est réduite et par conséquent le rendement de la transmission de la pression de combustion est accru, de même que la sensibilité du capteur de pression 300. Une bougie d'allumage plus courte est également avantageuse étant donné qu'elle possède un noyau 204 plus court, qui est moins sensible à des vibrations. Par conséquent, le signal de bruit parasite électrique résultant de la vibration est réduit (on obtient un rapport signal/bruit élevé).

En outre, la bague torique 208 sert à empêcher un déplacement radial du capteur de pression 300 conformément à la présente forme de réalisation. Cet agencement réduit les vibrations du capteur de pression 300 dans la direction radiale. Il en résulte que le signal de bruit ou bruit parasite électrique provoqué par des vibrations est réduit (on obtient un rapport signal/bruit élevé).

Dans la présente forme de réalisation, la pression de combustion transmise le long du second trajet R2 est transmise au capteur de pression 300 par l'intermédiaire du noyau 204, qui est massif et possède une rigidité élevée. Cet agencement permet la détection précise de la pression de combustion. En outre, l'agencement, dans lequel le capteur de pression 300 est supporté sans l'utilisation d'un ressort, est avantageux étant donné que le capteur de pression 300 est moins sensible à des vibrations le long de son axe et que par conséquent le bruit produit par les vibrations est réduit. Ceci permet une détection précise de la pression de combustion (on obtient un rapport signal/bruit élevé). Cet agencement facilite également la fixation du capteur de pression 300.

Dans la présente forme de réalisation, à la place de l'élément chauffant métallique utilisant le fil à résistance métallique (c'est-à-dire la bobine chauffante 203) comme représenté sur la figure 1, on peut utiliser l'élément représenté sur la figure 5 pour servir d'élément chauffant 206. La figure 5 est une vue en coupe longitudinale représentant une bougie d'allumage 110 en tant que variante de la présente forme de réalisation. Pour l'essentiel, l'élément chauffant 400 représenté sur la figure 5 est agencé sous la forme d'un élément chauffant céramique et comprend : un élément chauffant 401, qui est constitué principalement de nitrure de silicium et de siliciure de molybdène ou de carbure de tungstène, une paire de fils conducteurs en tungstène 402, un isolant 403, qui est formé d'un matériau céramique isolant constitué principalement de nitrure de silicium et est fritté avec l'élément chauffant 401, tout en renfermant en lui l'élément chauffant 401 et la paire de fils conducteurs en tungstène 402.

On insère l'élément chauffant 400 dans un tube de protection 404 (désigné en tant qu'élément formant tube dans la présente invention) formé d'un alliage résistant à la chaleur et à la corrosion (par exemple SUS430), et on le retient dans le tube de protection 404 de telle sorte qu'une partie de l'élément chauffant 400 fait saillie hors de l'extrémité inférieure (comme cela est visible sur la figure 5) du tube de protection 404. L'extrémité supérieure (vue sur la figure 5) du tube de protection 404 est insérée dans l'extrémité inférieure du boîtier 201. Comme dans le cas du tube formant gaine décrit précédemment, la surface extérieure du tube de protection 404 est fixée à la surface intérieure du boîtier 201 au moyen d'un montage sous pression ou d'un soudage, ce qui ne laisse subsister essentiellement aucun interstice entre les deux composants.

Un fil de la paire de fils conducteurs 402 est connecté au noyau 204 par l'intermédiaire d'un conducteur

en forme de capuchon 405, qui est fixé à l'extrémité inférieure (lorsqu'on regarde la figure 5) du noyau 204, tandis que l'autre fil de la paire de fils conducteurs 402 est connectée à la masse formée par le boîtier 201 par l'intermédiaire du tube de protection 404. De cette manière, le noyau 204 communique électriquement avec l'élément chauffant 401 de sorte que lors de l'application du courant à l'élément chauffant 401, l'élément chauffant 400 produit de la chaleur. Un isolant 407 et un corps en verre soudé 406 servant à fixer et centrer le noyau 204 sont disposés entre le noyau 204 et le boîtier 201. La bougie d'allumage 110 possède la même fonctionnalité que la bougie d'allumage 100 représentée sur la figure 1 ci-dessus hormis qu'elle possède une sensibilité de sortie réduite. L'élément chauffant formé de céramique 400 possède une durée de vie utile nettement prolongée et par conséquent est essentiellement exempt de maintenance.

L'agencement du capteur de pression 300 peut être celui représenté sur la figure 6, qui est une variante de la présente invention. Le capteur de pression 300 tel que représenté sur la figure 6 possède essentiellement le même agencement que le capteur de pression représenté sur la figure 2 hormis que la partie cylindrique de grande taille 303c du boîtier métallique 303 a été supprimée ainsi que la soudure formée par laser entre la partie cylindrique de grande taille 303c et la base 304.

Dans le capteur de pression 300 tel que représenté sur la figure 6, l'ensemble de la charge appliquée par le réceptacle 201e et l'écrou 211 est reçu en tant que précharge. Il en résulte que la sensibilité du capteur augmente et que la réponse à la pression de combustion transmise est améliorée. Dans cet agencement, le joint torique 208 et la bague cylindrique 209 servent également à garantir une étanchéité suffisante à l'eau et à l'air. A nouveau, dans le capteur de pression 300 représenté sur la

figure 6, un seul corps céramique piézoélectrique 302 peut être utilisé pour la détection, auquel cas un élément isolant (par exemple un matériau formé de résine tel qu'un fil de polyimide ou du phénol, ou un matériau céramique tel que du mica et de l'alumine incorporé) doit être disposé sur l'un des deux côtés de l'électrode 301.

La fixation et le support du capteur de pression 300 peuvent être obtenus au moyen de structures telles que représentées sur les figures 7 à 11, dont chacune est une variante de la présente invention. Dans chacune de ces variantes, le capteur de pression 300 est tout d'abord fixé au boîtier 201 d'une manière qui va être décrite ci-après. On installe ensuite la bague cylindrique 209, la bague torique 309 et le manchon isolant 210, et on fixe l'écrou 211 au filetage terminal 204a.

Dans l'exemple représenté sur la figure 7 et dans la description qui va suivre, le capteur de pression 300 est fixé au boîtier 201. Tout d'abord, on règle par exemple à 50  $\mu\text{m}$  ou moins la différence entre le diamètre extérieur de la partie bridée 303a du boîtier métallique 303 et le diamètre intérieur du renforcement de grande taille 201d du boîtier 201. On place ensuite le capteur de pression 300 dans le réceptacle 201e, et alors que le capteur de pression est enfoncé, on soude la partie en débordement entre le capteur de pression 300 et le boîtier 201, à partir de l'extérieur du renforcement de grande taille 201d du boîtier 201, par soudage par laser, soudage plasmatique ou analogue, sur une partie ou l'ensemble de la circonférence du boîtier 201 (les soudures sont indiquées par Y2 sur la figure 7). Dans le cas d'un soudage partiel, la bague torique 208 est prévue de manière à garantir l'étanchéité à l'eau et l'étanchéité à l'air. On réalise un chanfreinage de la portion de la périphérie extérieure de la partie hexagonale, qui est soumise au soudage, de manière à former un contour cylindrique afin d'obtenir essentiellement une



épaisseur de paroi uniforme servant à faciliter le soudage.

Dans l'exemple représenté sur la figure 8, le diamètre intérieur du renforcement de grande taille 201d est réglé de manière à être inférieur au diamètre extérieur de la partie bridée 303a, par exemple à une valeur comprise entre environ 60  $\mu\text{m}$  et 140  $\mu\text{m}$ , de sorte que le capteur de pression 300 est fixé au boîtier 201 au moyen d'un ajustement serré (la zone d'ajustement serrée est indiquée par Y3 sur la figure 8). Dans l'exemple représenté sur la figure 9, on place le capteur de pression 300 tout d'abord dans le réceptacle 201e, et alors que le capteur de pression 300 est enfoncé, on mate à partir de l'extérieur une partie ou la totalité de la circonférence du renforcement de grande taille depuis l'extérieur du renforcement de grande taille 201d en direction du centre du renforcement de grande taille 201d, ce qui fixe le capteur de pression 300 au boîtier 201.

Dans l'exemple représenté sur la figure 10, on forme une partie étagée 303e sur la surface d'extrémité du boîtier métallique 303 en vis-à-vis du manchon isolant 210, sur l'ensemble de la circonférence du manchon isolant 210. On place le capteur de pression 300 dans le réceptacle 201e, et on mate une partie ou l'ensemble de la circonférence de l'extrémité ouverte du renforcement de grande taille 201d et on la coude pour recouvrir la partie étagée 303e (une partie coudée est indiquée par Y5 sur la figure 10). De cette manière, le capteur de pression 300 est fixé au boîtier 201 lors de son enfoncement. Une portion de la partie hexagonale 201a servant à former le coude Y5 est chanfreinée de manière à former une partie cylindrique de telle sorte qu'une force est appliquée d'une manière uniforme. Dans l'exemple représenté sur la figure 11, un filetage extérieur 303f est formé sur la périphérie extérieure de la partie bridée 303a, et un taraudage 303g pour l'engagement du filetage extérieur 303f sur la partie bri-

dée 303a est formé dans la périphérie intérieure du renfoncement de grande taille 201d. On fixe le capteur de pression 300 au boîtier 201 en utilisant les filetages 303f et 303g (la zone filetée est indiquée par Y6 sur la figure 5 11).

Comme indiqué, dans chacun des exemples représentés sur les figures 7 à 11, le capteur de pression 300 est fixé dans le réceptacle 201e tout en étant repoussé avec une force de 50 kg comprise entre 50 kg et 150 kg avant que 10 l'écrou 211 soit fixé au capteur de pression 300.

Dans chacun des exemples représentés sur les figures 1, 2, 5 et 6, dans lesquels le capteur de pression 300 n'est pas fixé avant la fixation de l'écrou 211, un couple agit sur le capteur de pression 300 pendant la fixation 15 de l'écrou 211. Au contraire, aucun couple n'est appliqué au capteur de pression 300 lorsqu'on fait tourner l'écrou 211 pour le fixer, dans les exemples représentés sur les figures 7 à 10, et il en résulte que certains des problèmes liés à la qualité peuvent être évités, ceci 20 incluant la déformation ou la rupture de la partie cylindrique de grande taille 303c, qui est la partie la plus mince du boîtier métallique 303, ainsi que la rupture du noyau formé d'un fil 305a du fil blindé 305. C'est pourquoi, la fiabilité des produits est améliorée.

En outre, dans des exemples représentés sur les figures 7 à 11, le capteur de pression 300 est supporté sur toute sa circonférence par le renfoncement de grande taille 201d du boîtier 201. Ceci est avantageux étant donné que, contrairement à une fixation prévue uniquement au moyen de 30 l'écrou 211 (qui est efficace pour réduire des vibrations axiales ou verticales), les vibrations radiales ou latérales du capteur de pression 300 sont fortement réduites. Il en résulte que le signal de bruit électrique provoqué par les vibrations est réduit.

En ce qui concerne les exemples représentés sur 35

la figure 1 et la figure 2 et sur les figures 5 à 11, le capteur de pression 300 peut être disposé de la manière illustrée sur les figures 12 et 13 à titre de variantes de la présente invention. Dans chacun des exemples représentés  
5 sur les figures 12 et 13, le capteur de pression 300 est disposé de telle sorte qu'il s'étend hors du réceptacle 201e (c'est-à-dire que la partie du capteur de pression 300 est disposée dans le réceptacle 201e). Comme cela est représenté, le fil blindé 305 est tiré le long de l'axe de  
10 la bougie sur la figure 12, alors qu'il est tiré le long du rayon de la bougie sur la figure 13. Les agencements représentés sur les figures 12 et 13 présentent également les mêmes avantages que ceux décrits précédemment.

L'agencement représenté sur la figure 13 est particulièrement efficace lorsque l'espace pour le montage du  
15 moteur est suffisant au voisinage de la bougie d'allumage. Cet agencement, dans lequel le fil blindé 301 qui est tiré radialement (le long de la direction perpendiculaire au noyau 204), est avantageux en ce que moins de soins doivent  
20 être pris en ce qui concerne une interférence électrique (court-circuit) entre l'écrou 211 et le tube de protection 303b qui fait saillie à partir de la surface d'extrémité du capteur de pression 300. C'est pourquoi l'épaisseur du manchon isolant 310b peut être réduite au minimum (elle doit  
25 posséder une certaine dimension minimale le long de la surface pour fournir une isolation. Avec cet agencement, le manchon isolant 210b ne requiert pas l'utilisation de la bague torique 309 ni l'aménagement du trou traversant 210a. Il en résulte que la longueur du noyau 204 et par consé-  
30 quent la longueur de la bougie d'allumage 100 peuvent être réduites de sorte que le bruit de vibrations que produit la bougie d'allumage, peut être réduit de façon supplémentaire. Par conséquent, le bruit du signal électrique résultant de la vibration est réduit.

35 En ce qui concerne les exemples représentés sur

la figure 1, la figure 2 et les figures 5 à 13, le capteur de pression 300 peut être fixé de la manière illustrée sur la figure 14 en tant que variante de la présente invention. Dans l'exemple représenté sur la figure 14, une fois que le  
5 capteur de pression 300, la bague cylindrique 209, la bague torique 208 et le manchon isolant 210 ont été placés dans leurs positions respectives, on emmanche à force une bague d'arrêt annulaire 213 (ayant une épaisseur de par exemple 4 mm), formée d'un matériau métallique, autour du noyau 204  
10 sur une partie du diamètre intermédiaire 204b du noyau 204, de sorte que le capteur de pression 300 et le manchon isolant 210 sont supportés entre la bague d'arrêt 213 et le boîtier 201.

Le diamètre intérieur de la bague d'arrêt 213 est  
15 réglé de manière à être inférieur au diamètre extérieur de la partie intermédiaire 204b du noyau 204, et ce par exemple d'une valeur comprise entre environ 60 mm et 140 mm, de manière à fournir une interférence pour un ajustement serré. D'autre part, le diamètre intérieur de la  
20 bague d'arrêt 213 est dimensionné de telle sorte que la bague d'arrêt 213 puisse être disposée autour du noyau 204 sans interférer avec le diamètre extérieur du filetage terminal 204a du noyau 204. De cette manière, la bague d'arrêt 213 peut être emmanchée à force autour du noyau  
25 204.

Il en résulte que non seulement on peut appliquer une précontrainte désirée au capteur de pression 300, mais que l'on peut également fixer le capteur de pression 300 sans qu'un couple indésirable n'agisse sur le capteur de  
30 pression 300. Contrairement aux exemples représentés sur les figures 7 à 11, ceci peut être obtenu sans qu'il faille fixer le capteur de pression 300 au boîtier 201 par soudage, matage ou analogue. Par conséquent, certains des problèmes liés à la qualité peuvent être éliminés, ceci  
35 incluant la déformation ou la rupture de la partie cylin-

drique de grande taille 303c, qui est la partie la plus mince du boîtier métallique 303, ainsi que la rupture du noyau 305a du fil blindé 305. Ceci améliore de façon supplémentaire la fiabilité des dispositifs.

5            Cette construction, dans laquelle le capteur de pression 300 n'est pas fixé au boîtier 201, présente un avantage supplémentaire consistant en ce que l'ensemble de la charge appliquée par la bague d'arrêt annulaire 213 agit en tant que précontrainte sur l'écart piézoélectrique 302.  
10 Ceci empêche une réduction de la sensibilité. Il est également envisagé de remplacer l'écrou 211 par la bague de butée annulaire 213 pour fixer le capteur de pression 300, dans les exemples représentés sur les figures 7 à 11.

          Alors que sur la figure 1, la figure 2 et les  
15 figures 5 à 14, le capteur de pression 300 est maintenu en contact direct avec le réceptacle 201c du boîtier 201 devant être connecté à la masse, une entretoise rigide (par exemple formée d'un métal) peut être intercalée entre le  
20 capteur de pression 300 et le réceptacle 201e du boîtier 201, pourvu que le capteur de pression 300 soit connecté à la masse formée par le boîtier 201.

          Alors que sur la figure 1, la figure 2, la figure 5, la figure 6 et les figures 12 à 14 le capteur de pression 300 est maintenu en contact direct avec le réceptacle  
25 201e du boîtier 201, un isolant (par exemple un matériau formé d'une résine comme par exemple un film de polyimide et du phénol ou un matériau céramique tel que du mica et de l'alumine intégrés) peut être intercalé facultativement entre le capteur de pression 300 et le réceptacle 201e du  
30 boîtier 201 (de façon spécifique entre la base 304 et le réceptacle 201e. Un tel isolant sert, conjointement avec la bague torique 208 (caoutchouc isolant) et la bague cylindrique 209 (caoutchouc isolant), à isoler la ligne de masse du capteur de pression 300 par rapport au reste de la bou-  
35 gie d'allumage. Par conséquent une masse commune avec



l'unité de commande ECU montée sur le véhicule (unité de commande du moteur, non représentée) peut être utilisée (ou peut être mise à la masse au même potentiel électrique) et par conséquent des signaux de sortie sont stabilisés. Mais  
5 en général un corps de moteur, une batterie d'alimentation et une unité ECU montées sur le véhicule sont chacun mis à la masse, et une différence de potentiel peut apparaître entre différents points sur un corps de moteur étant donné qu'un corps de moteur utilise différents joints conducteurs  
10 ou non conducteurs.

Lorsqu'on installe la bougie d'allumage 100 dans un moteur, il est souhaitable de choisir une construction optimale parmi celle décrite en référence à la figure 1, à la figure 2 et aux figures 5 à 14 en prenant en compte des  
15 paramètres tels que l'espace disponible pour le montage du moteur, l'amplitude des vibrations du moteur, la durée nécessaire pour monter la bougie d'allumage et la sensibilité requise.

On peut également utiliser n'importe quel capteur  
20 de combustion qui n'utilise aucun corps céramique piézo-électrique, pourvu qu'il soit à même de détecter la pression de combustion dans un moteur à combustion interne sur la base de la charge appliquée. Par exemple, on peut utiliser un capteur de pression basé sur un semiconducteur.

25 La description de l'invention a été donnée simplement à titre d'exemple et sans caractère limitatif.

REVENDICATIONS

1. Bougie d'allumage (100) possédant un capteur (300) de la pression de combustion, caractérisée en ce qu'elle comprend :

- 5                    un boîtier cylindrique (201) possédant une première extrémité et une seconde extrémité, le boîtier (201) étant monté dans un moteur à combustion interne avec sa première extrémité positionnée dans une chambre de combustion (1a) du moteur,
- 10                   un élément en forme de tube (202) possédant des première et seconde extrémités, l'élément en forme de tube (202) étant retenu à l'intérieur du boîtier (201) par sa première extrémité qui fait saillie à partir de la première extrémité du boîtier et pénétrant dans la chambre de combustion (1a),
- 15                   un élément chauffant (203) servant à produire de la chaleur lors de l'application du courant, l'élément chauffant (203) étant disposé à l'intérieur de l'élément en forme de tube (202),
- 20                   un noyau métallique (204) retenu à l'intérieur du boîtier (201) par une partie qui fait saillie à partir de la seconde extrémité du boîtier (201), le noyau (204) communiquant électriquement avec l'élément chauffant (203), et
- 25                   un capteur (300) de la pression de combustion servant à détecter la pression de combustion, le capteur (300) de la pression de combustion détectant une pression de combustion en détectant une force agissant sur l'élément en forme de tube (202) et transmise par l'intermédiaire du noyau (204) lorsque la pression de combustion s'établit
- 30                   dans le moteur, et
- qu'une surface intérieure du boîtier (201) est fixée à une surface extérieure de l'élément en forme de tube (202) au voisinage de la première extrémité du boîtier (201) en ne laissant subsister essentiellement aucun inter-
- 35                   stice entre le boîtier (201) et l'élément en forme de tube

(202), et

qu'un réceptacle (201e) est défini entre une partie de la surface intérieure du boîtier (201) au voisinage de sa seconde extrémité, et une surface extérieure du noyau  
5 (204), et qu'au moins une partie du capteur (300) de la pression de combustion est logée dans le réceptacle (201e).

2. Bougie d'allumage (100) possédant un capteur de combustion interne (300) selon la revendication 1, caractérisée en ce que le boîtier (201) inclut une partie  
10 hexagonale (201a) formée sur la surface extérieure du boîtier, au voisinage de la seconde extrémité du boîtier (201), et le réceptacle est formé à l'intérieur de la partie hexagonale (201a).

3. Bougie d'allumage (100) possédant un capteur  
15 (300) de la pression de combustion selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comporte en outre :

un écrou (200) fixé au noyau (204), et  
un manchon isolant (210) disposé entre l'écrou (211) et le capteur (300) de la pression de combustion, et  
20 que le capteur (300) de la pression de combustion est retenu en position par le manchon isolant (210) entre le boîtier (201) et l'écrou (211).

4. Bougie d'allumage (100) comportant un capteur (300) de la pression de combustion selon l'une quelconque  
25 des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que l'élément en forme de tube (202) est emmanché à force dans le boîtier (200) de sorte que la surface intérieure du boîtier (201) est fixée à la surface extérieure de l'élément en forme de tube (201) essentiellement sans jeu entre le boîtier (201)  
30 et l'élément en forme de tube (202).

5. Bougie d'allumage (100) comportant un capteur (300) de la pression de combustion selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que la surface intérieure du boîtier (200) est soudée à la surface exté-  
35 rieure de l'élément en forme de tube (202) en ne laissant

subsister essentiellement aucun interstice entre le boîtier (201) et l'élément en forme de tube (202).

5 6. Bougie d'allumage (100) comportant un capteur (300) de la pression de combustion selon la revendication 1, caractérisée en ce que le capteur (300) de la pression de combustion comprend un élément de détection (302) qui est logé dans le réceptacle (201e).

10 7. Bougie d'allumage (100) comportant un capteur (300) de la pression de combustion selon la revendication 6, caractérisée en ce que le capteur (300) de la pression de combustion comporte en outre un boîtier (303) qui retient l'élément de détection (302), et au moins une partie du boîtier (303) est logée dans le réceptacle (201e).

15 8. Bougie d'allumage (100) comportant un capteur (300) de la pression de combustion selon la revendication 7, caractérisée en ce que l'ensemble du boîtier (303) est logé dans le réceptacle (201e).

20 9. Bougie d'allumage (100) comportant un capteur (300) de la pression de combustion selon la revendication 8, caractérisée en ce que le boîtier (300) est complètement logé entièrement dans le réceptacle (201e) dans une direction axiale.

25 10. Bougie d'allumage (100) comportant un capteur (300) de la pression de combustion selon la revendication 9, caractérisée en ce que le boîtier (303) est fixé sur la surface intérieure du réceptacle (201e).

FIG. 1

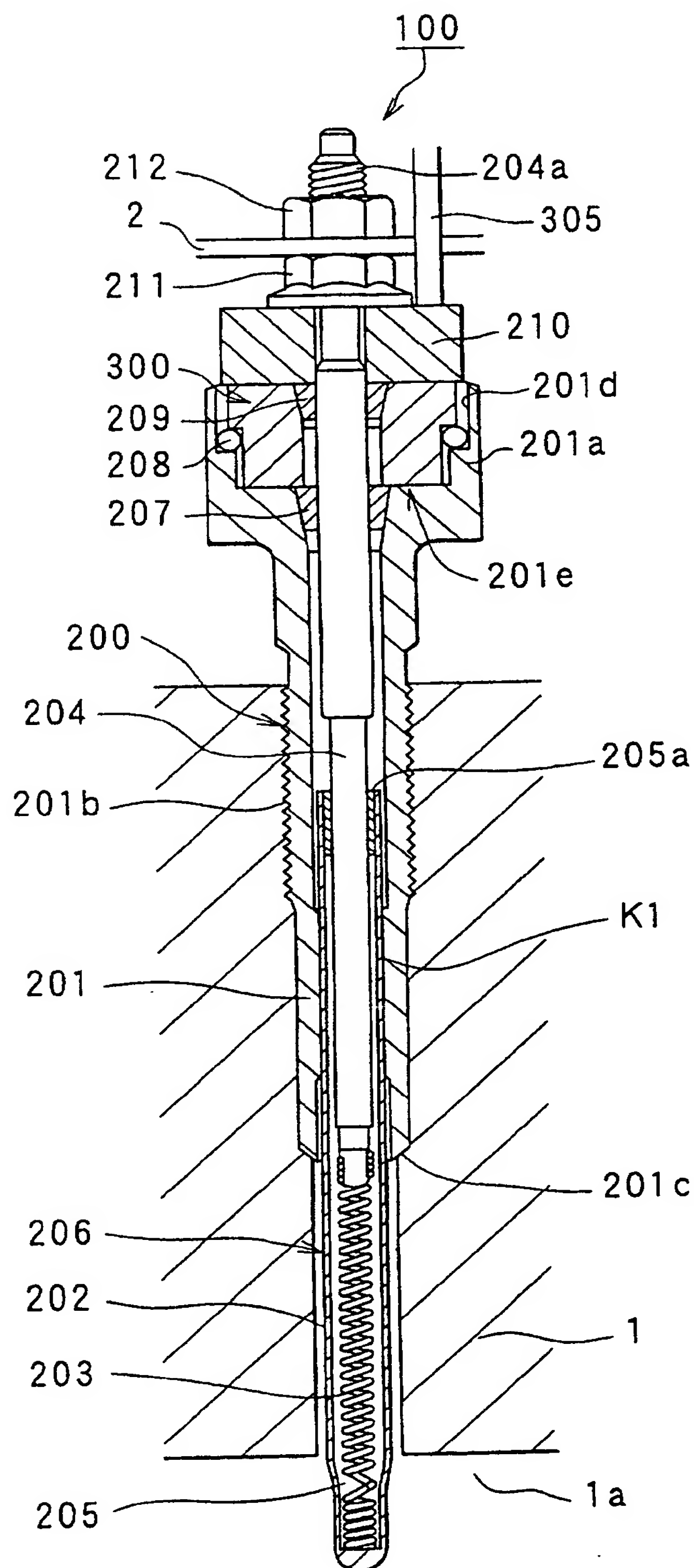




FIG. 2

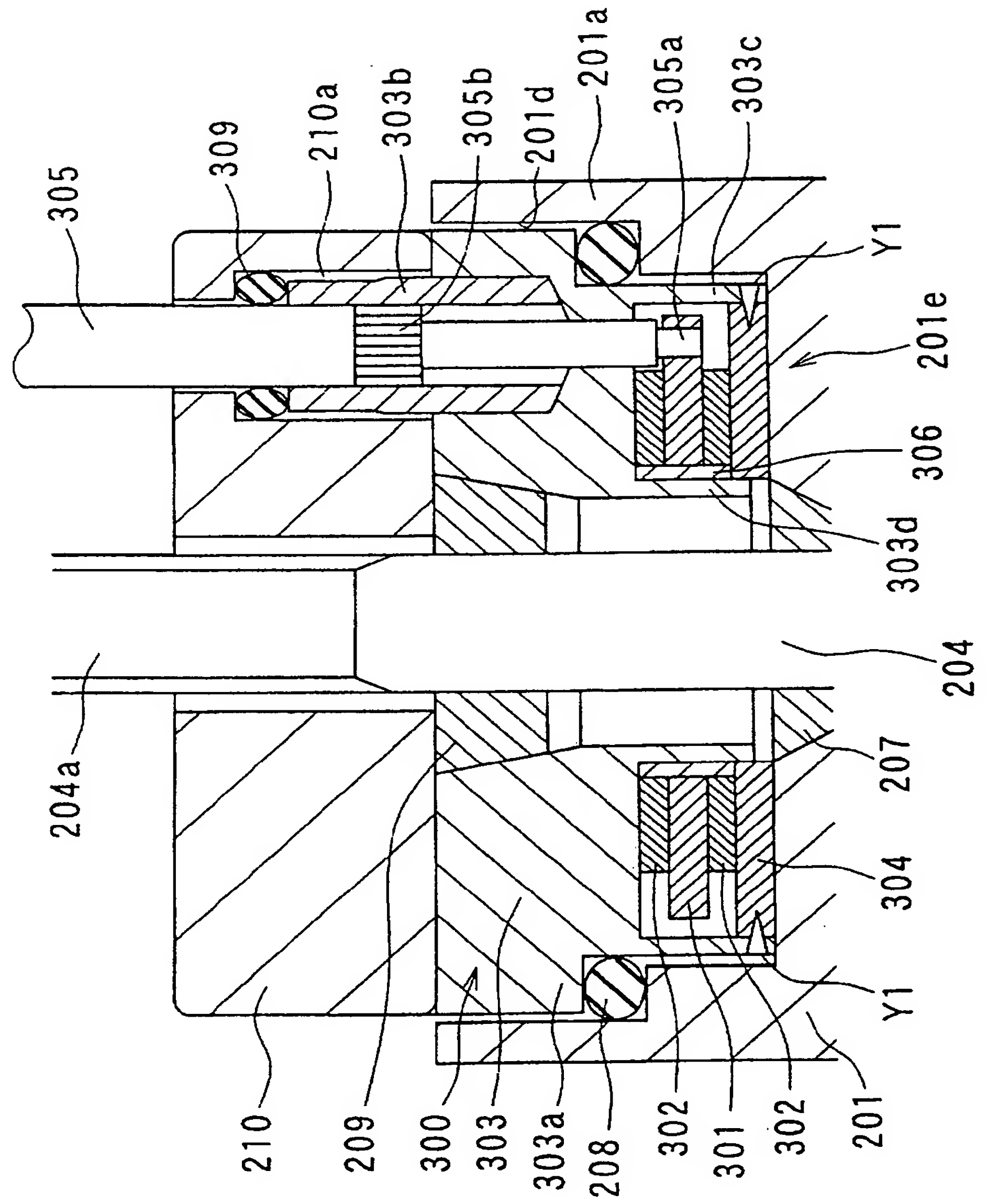


FIG. 3

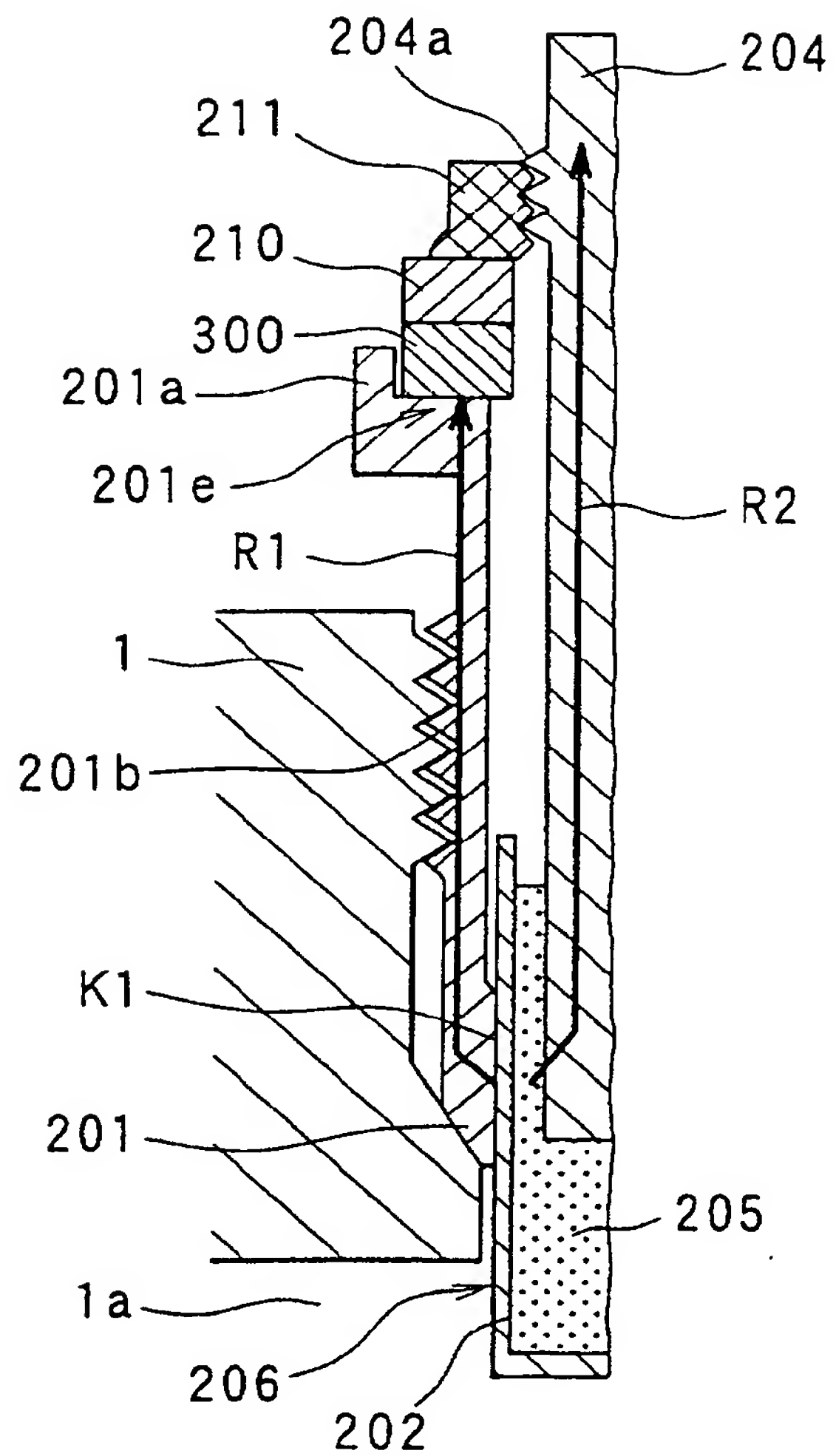


FIG. 5

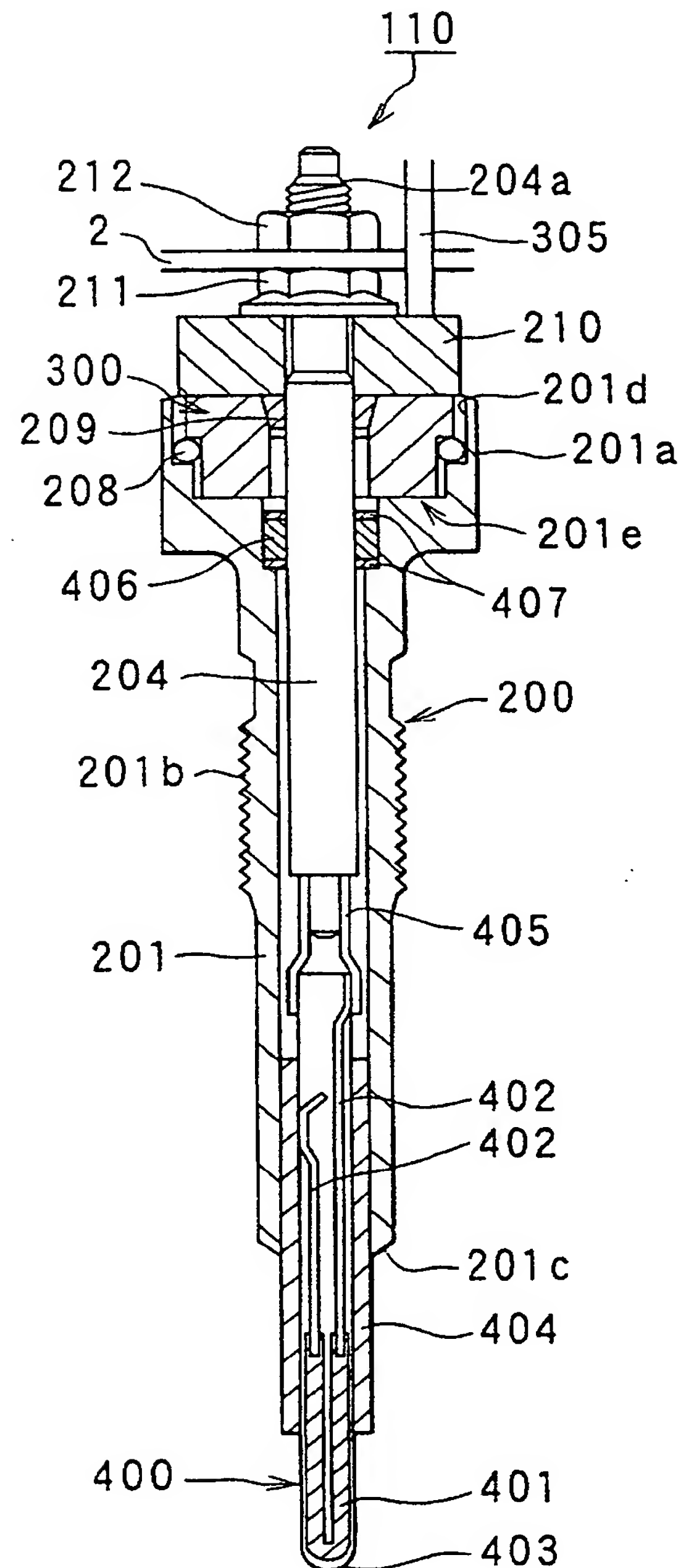


FIG. 4A

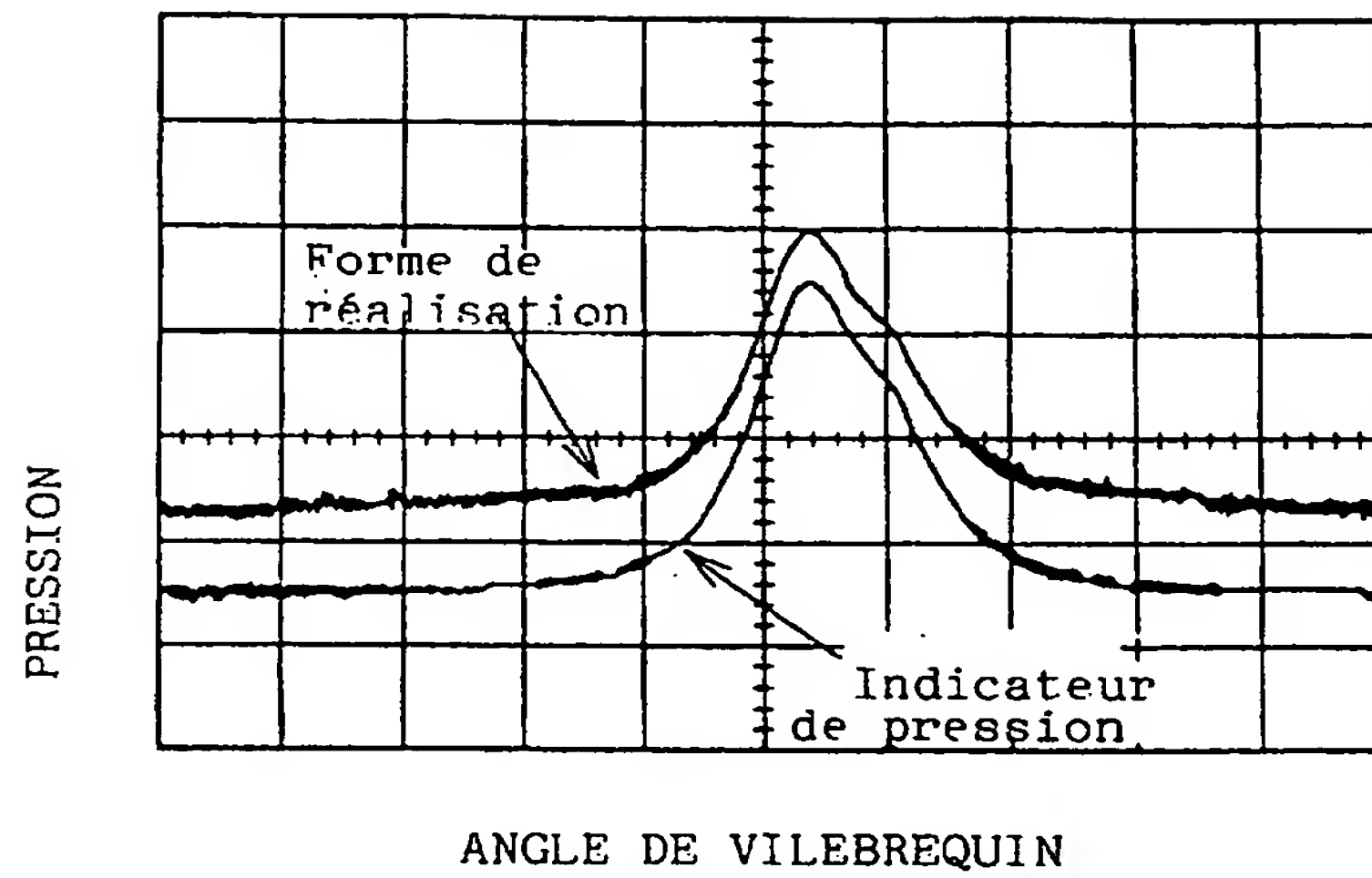


FIG. 4B

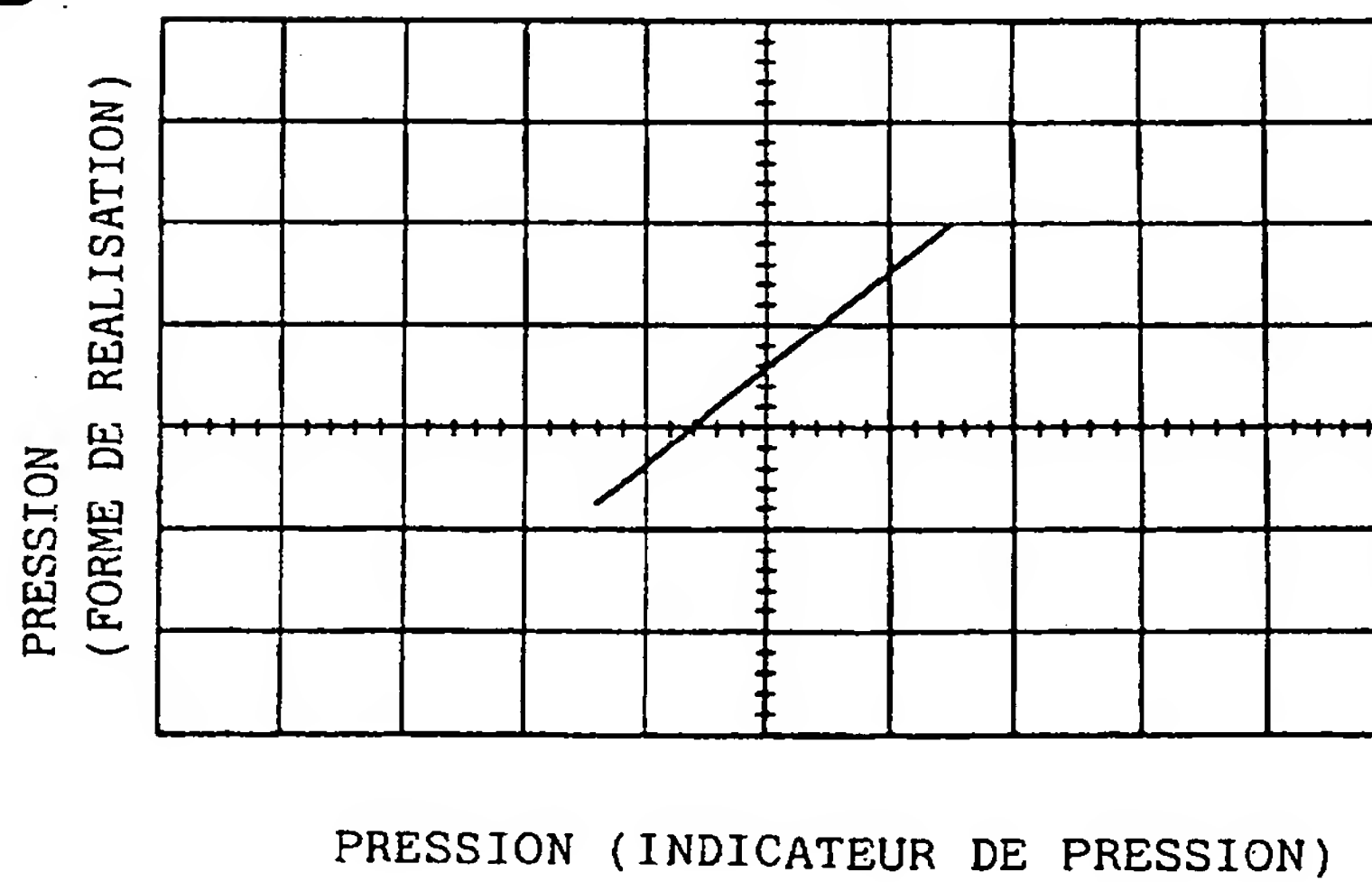
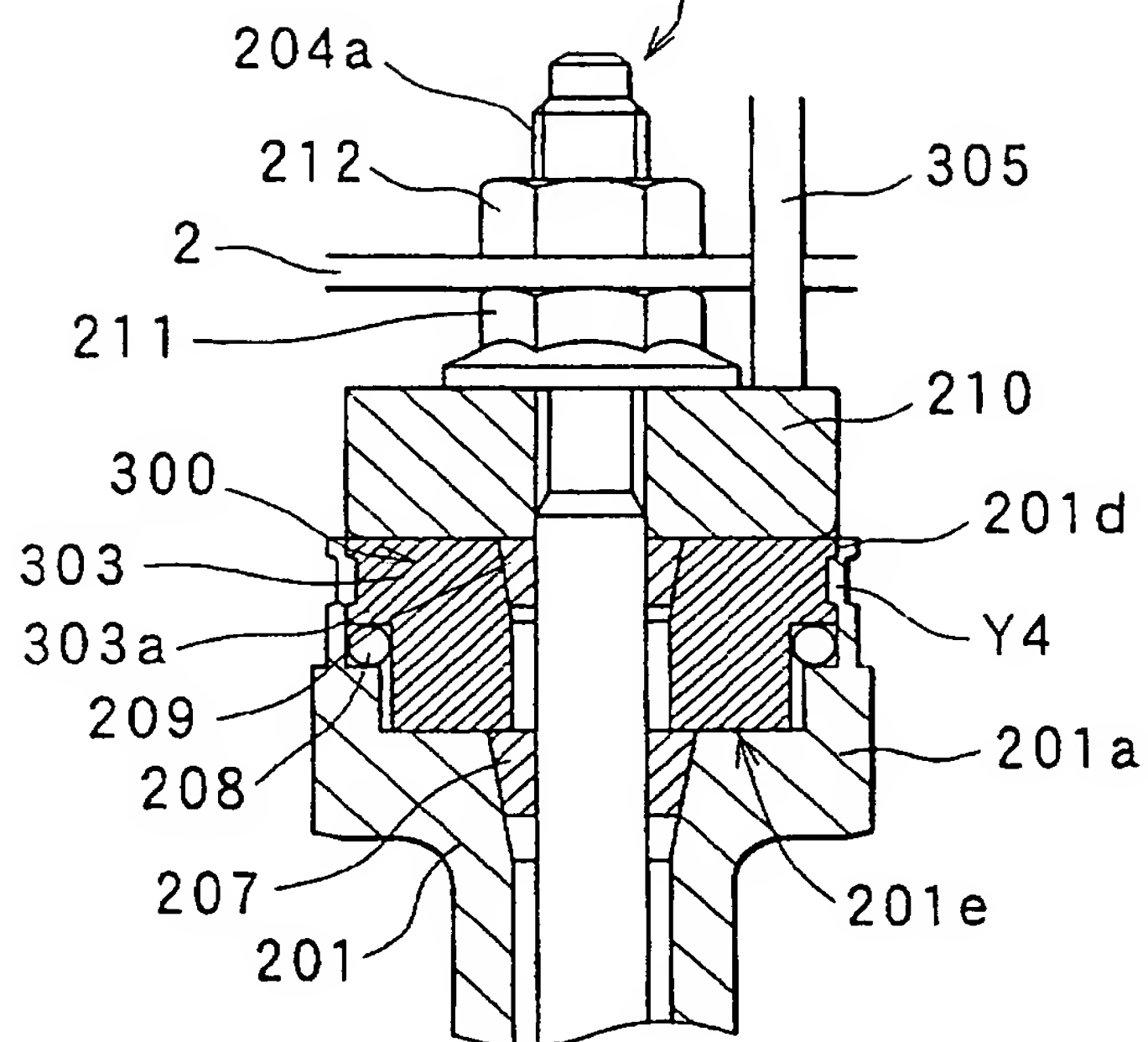


Fig. 1 is a cross-sectional view of a mechanical assembly. A central shaft 200 is secured by a nut 204a and a washer 211. The shaft passes through a housing 201. On the left, a component 300 is secured by a bolt 302 and a washer 301. On the right, a component 305 is secured by a bolt 309 and a washer 210a. Various internal features and seals are labeled with numbers 207, 208, 209, 303, 303a, 303b, 303d, 304, 305a, 305b, 306, and 309.





100



100

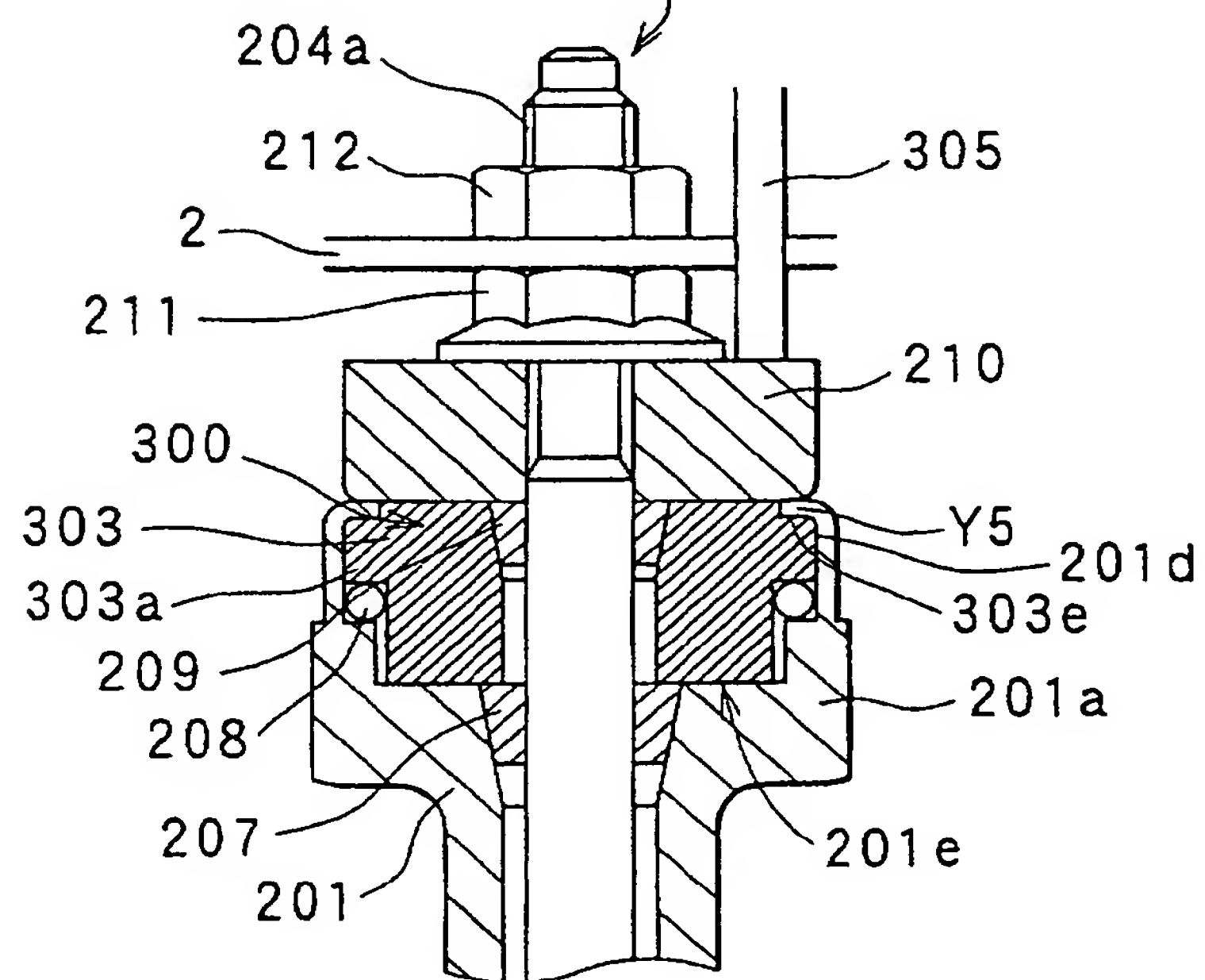


FIG. 11

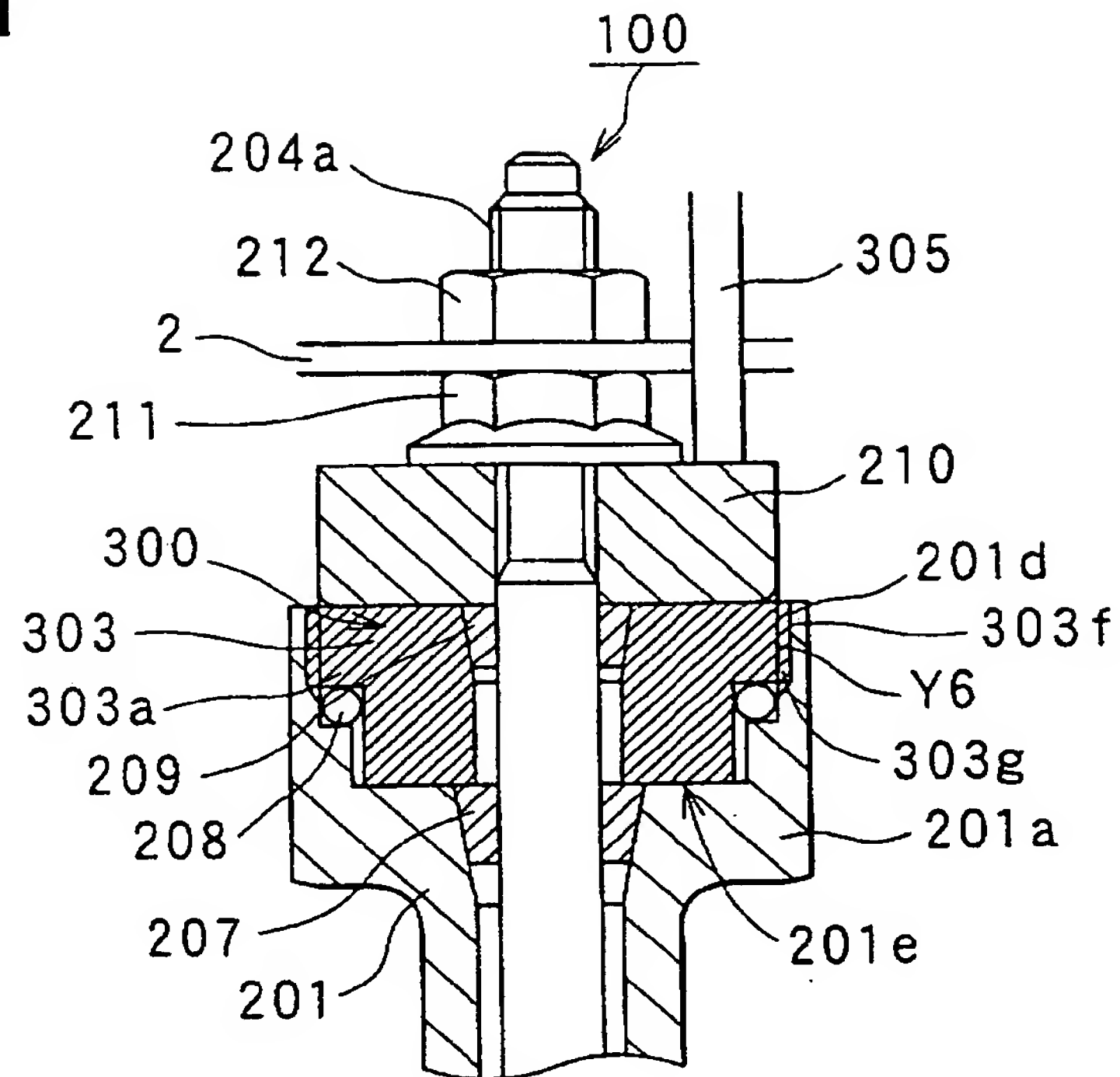
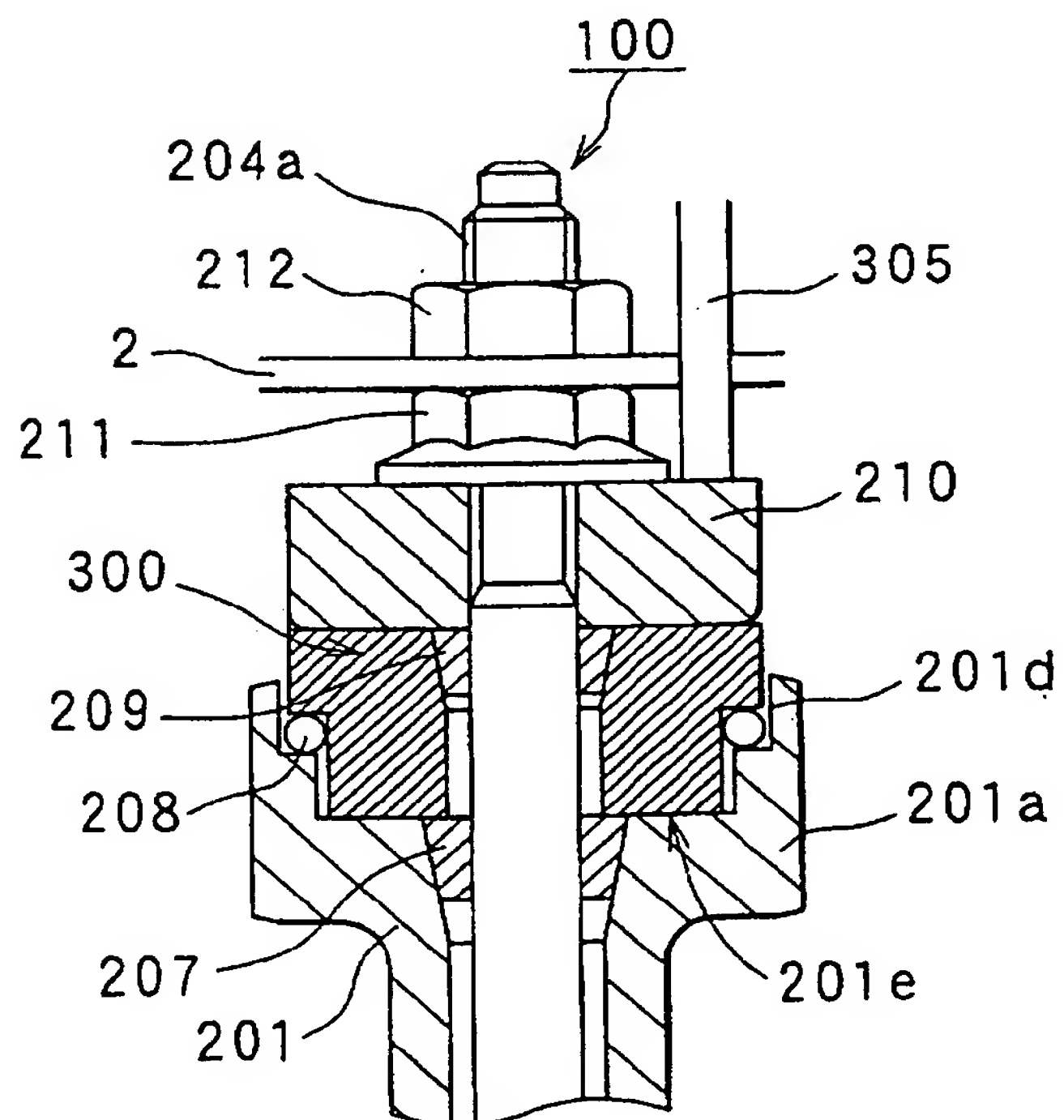
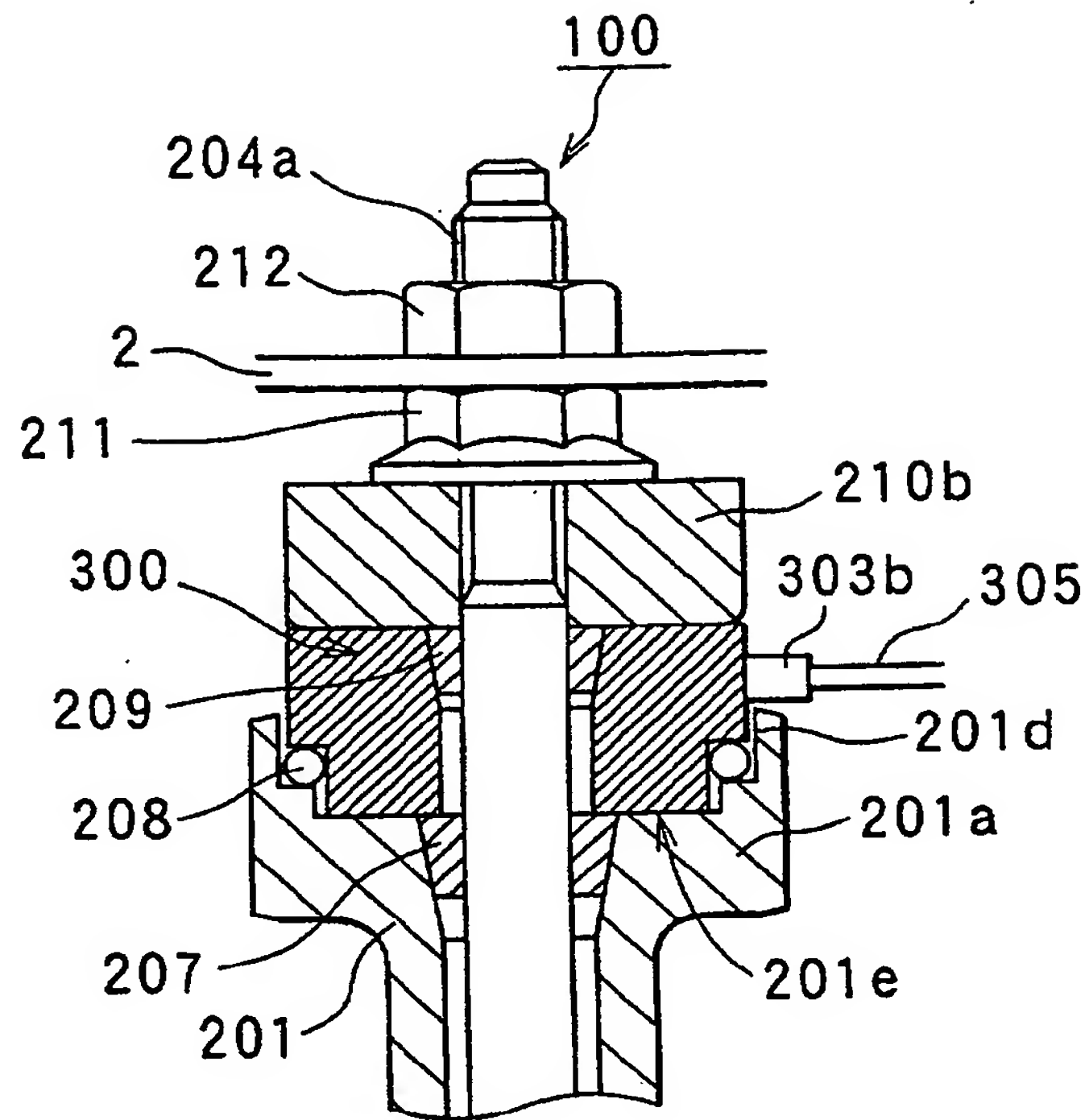
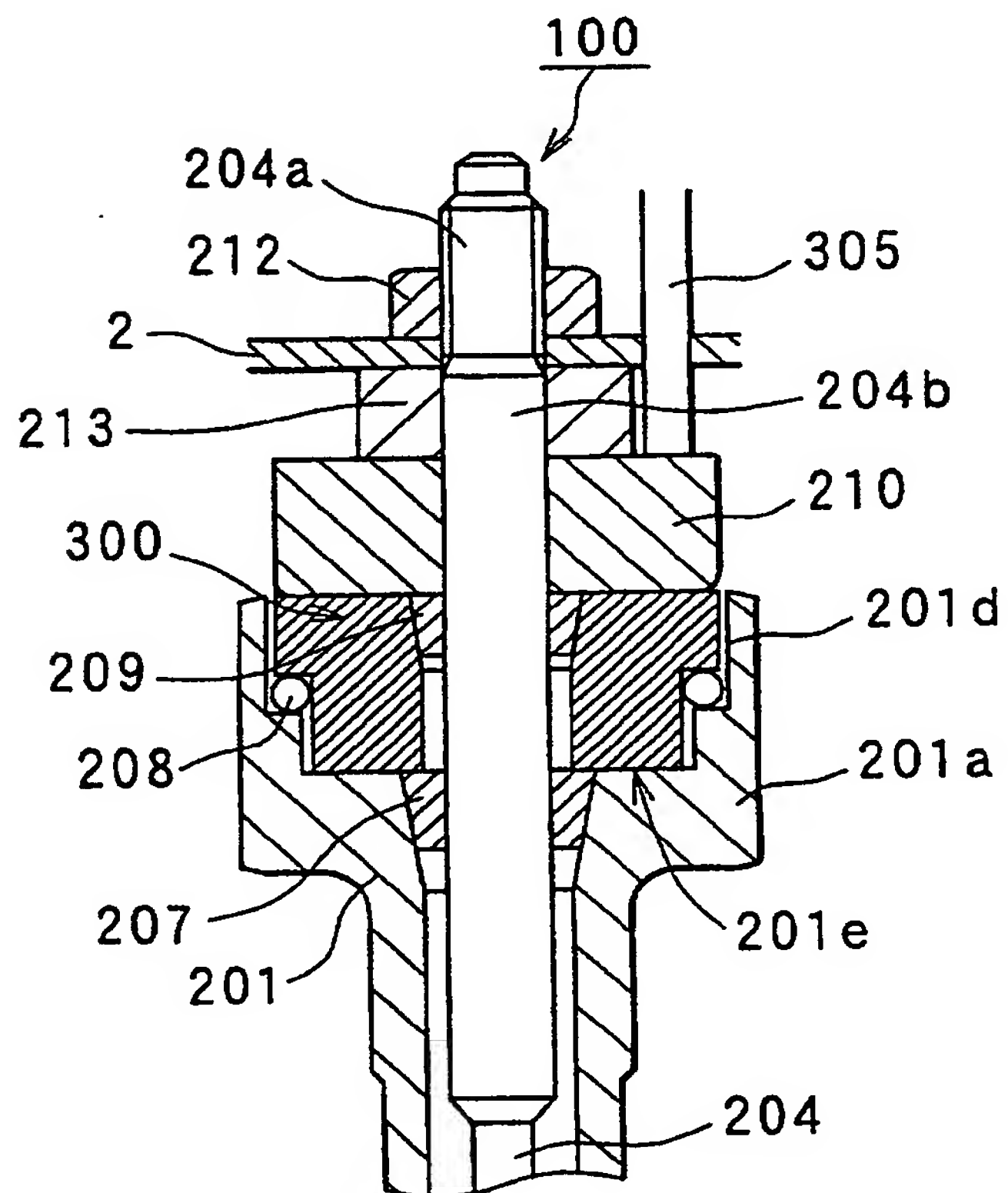


FIG. 12



**FIG. 13****FIG. 14**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (CONT.)